



Σχολή Θετικών Επιστημών & Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας

Διπλωματική Εργασία

Η επίδραση της πυκνότητας στις δεξαμενές της προ-πάχυνσης
ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης και την ποιότητα των ψαριών

The effect of density in pre-fattening tanks on growth rate and
quality of fish

Ρούση Ανδριάννα

Επιβλέπων καθηγητής Δρ. Σαχλάς Αθανάσιος

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο/η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο/Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Περίληψη

Η μεγάλη ανάγκη των καταναλωτών για τροφές πλούσιες σε υψηλά θρεπτικά συστατικά και κατανάλωση πρωτεΐνης οδήγησε στην ραγδαία εξέλιξη των ιχθυοτροφείων. Καθώς οι καταναλωτές ζητούν χαμηλό κόστος και υψηλή ποιότητα των προϊόντων που αγοράζουν δημιουργήθηκε η ανάγκη για εξέλιξη και αύξηση της παραγωγής των κυριότερων εκτρεφόμενων ψαριών, της τσιπούρας και του λαβρακίου. Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση που έγινε, για το πως επιδρά η πυκνότητα και ο ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών στην ποιότητα τους και από ποιους παράγοντες επηρεάζεται.

Ένας αργός ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος ως προς τις δυσμορφίες και την γεύση και την υφή. Δεξαμενές προ-πάχυνσης που έχουν μεγάλη ιχθυοφόρτιση φαίνεται να έχουν αργό ρυθμό ανάπτυξης καθώς όσο περισσότερα ψάρια υπάρχουν μέσα σε ένα περιορισμένο χώρο τόσο περιορίζεται και η τροφή που είναι διαθέσιμη. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα μεγαλύτερα ψάρια να έχουν περισσότερη τροφή διαθέσιμη σε σχέση με τα μικρότερα ψάρια.

Παρακάτω θα δούμε τις σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο είδη ψαριών και τον ρυθμό ανάπτυξης τους. Επιπλέον, παρουσιάζεται η επίδραση της πυκνότητας, του μέσου βάρους, του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής σε βιομάζα (FCR) και της μέσης θερμοκρασίας στον ρυθμό ανάπτυξης με την χρήση ιστογραμμάτων, boxplot καθώς έγινε και η ανάλυση μοντέλων παλινδρόμησης. Τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό να αποτυπώσουμε την συσχέτιση των δεδομένων με στόχο την εξήγηση και την πρόβλεψη των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα που εξάγουμε από την συγκεκριμένη ανάλυση φανερώνουν ότι οι παραπάνω αναφερόμενοι παράγοντες είναι στατιστικά σημαντικοί.

Λέξεις Κλειδιά: FCR, SGR – Ρυθμός ανάπτυξης, Μέσο βάρος, Πυκνότητα, Θερμοκρασία, Ποιότητα

Abstract

Popular demand for food with higher nutritional value such as protein on behalf of consumers has led to the rapid evolution of aquaculture (intensive fish farming). Due to the constant consumer demand for low-cost but high-quality food products, there is a need to increase the output of the main species of fish bred in these fish farms, namely seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). This dissertation presents the results of a statistical analysis which was conducted to shed light on the ways that density and growth rate reflect on the quality of the fish as well as to which factors may affect their growth rate.

A slow growth rate may negatively affect the quality of the final product. Specifically, it may lead to malformation (dysmorphia) or alterations in taste and texture. Fish in pre-fattening tanks with a high density appear to have a slower growth rate. The more fish there are inside a tank, the less space and food is available for them and as a result, the majority of the food available will be consumed by larger fish as opposed to the smaller ones.

To conclude, we will present the important differences between the two species and their growth rate. In addition, we will present the effects that density, average weight, FCR and average temperature all have on the growth rate with the use of boxplot diagrams, as well as the results of the analysis of fit regression models. The fit regression models have been used in order to illustrate the correlation of data aiming to explain and predict the variables concerned. The results of this analysis indicate that the aforementioned variables are statistically important.

Keywords: FCR, SGR – Growth Rate, Average Weight, Density, Temperature, Quality

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|---|----|
| Περίληψη | 3 |
| Abstract | 4 |
| Κατάλογος Σχημάτων | 7 |
| Συντομογραφίες & Ακρόνυμα | 8 |
| 1. Εισαγωγή | 9 |
| 1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας | 10 |
| 1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας | 10 |
| 2. Ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας | 12 |
| 2.1 Οι ιχθυοκαλλιέργειες στην Ελλάδα | 13 |
| 2.2 Τα κυριότερα εκτρεφόμενα είδη | 13 |
| 2.2.1 Τσιπούρα | 14 |
| 2.2.2 Λαβράκι | 16 |
| 2.3 Τα στάδια ενός ιχθυογεννητικού σταθμού | 17 |
| 2.3.1 Γεννήτορες | 17 |
| 2.3.2 Εκκολαπτήριο | 17 |
| 2.3.3 Απογαλακτισμός | 18 |
| 2.3.4 Προπάχυνση | 18 |
| 3. Διασφάλιση της ποιότητας στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας | 20 |
| 3.1 Νομοθετικό Πλαίσιο | 20 |
| 3.2 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας | 21 |
| 3.3 HACCP | 21 |
| 3.4 Ποιοτικός έλεγχος στα παραγωγικά στάδια της ιχθυοκαλλιέργειας | 22 |
| 4. Δείκτες αξιολόγησης και στατιστικές τεχνικές | 25 |
| 4.1 Δείκτες αξιολόγησης | 25 |
| 4.1.1 Δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής – FCR | 25 |
| 4.1.2 Συντελεστής ανάπτυξης – R | 25 |
| 4.1.3 Συντελεστής διατροφής – SFR | 25 |
| 4.1.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης – SGR | 26 |
| 4.1.5 Ιχθυοπυκνότητα - Density | 26 |
| 4.1.6 Θερμοκρασία - Avg Temp | 26 |
| 4.2 Στατιστικές Τεχνικές | 26 |
| 4.2.1 Περιγραφή δείγματος | 27 |
| 4.2.2 Μοντέλα παλινδρόμησης | 27 |

| | |
|----------------------|----|
| 5. Ανάλυση δεδομένων | 29 |
| 6. Συμπεράσματα | 41 |
| 7. Βιβλιογραφία | 44 |

Κατάλογος Σχημάτων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 Τα κυριότερα εκτρεφόμενα είδη (Πηγή: ΕΛΟΠΥ)..... | 14 |
| Εικόνα 2 Διάγραμμα παραγωγής τσιπούρας - λαβρακιού (Πηγή: ΕΛΟΠΥ) | 14 |
| Εικόνα 3 Sparus aurata (Πηγή: {HYPERLINK “https://archive.org/details/histoirenaturell141255cuv1”})..... | 15 |
| Εικόνα 4 Dicentrarchus labrax (Πηγή: Hans Hillewaert)..... | 16 |
| Εικόνα 5 Δεξαμενές Προ - πάχυνσης | 19 |
| Εικόνα 6 Ιστόγραμμα πυκνότητας..... | 30 |
| Εικόνα 7 Ιστόγραμμα FCR | 31 |
| Εικόνα 8 Ιστόγραμμα SGR..... | 31 |
| Εικόνα 9 Ιστόγραμμα Μέσου Βάρους | 32 |
| Εικόνα 10 Ιστόγραμμα Μέσης Θερμοκρασίας..... | 33 |
| Εικόνα 11 Boxplot SGR | 34 |
| Εικόνα 12 Boxplot FCR..... | 35 |
| Εικόνα 13 Boxplot Μέσου βάρους | 36 |
| Εικόνα 14 Boxplot Πυκνότητας | 36 |
| Εικόνα 15 Boxplot Μέσης Θερμοκρασίας | 37 |

Συντομογραφίες & Ακρώνυμα

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| FCR | Δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής |
| SGR | Ρυθμός Ανάπτυξης |
| Final M. Wt | Τελικό Μέσο Βάρος |
| Av. Temp | Μέσος όρος θερμοκρασίας |

1. Εισαγωγή

Οι υδατοκαλλιέργειες διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων με ρυθμό ανάπτυξης μεγαλύτερο από οποιονδήποτε άλλο τομέα τροφίμων (Lem, 2007). Περίπου το 50% των παγκόσμιων ψαριών που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση προέρχεται από ιχθυοκαλλιέργειες. Αυτό το ποσοστό αναμένεται να αυξηθεί καθώς με βάση την παρούσα κατάσταση στο θαλάσσιο οικοσύστημα μειώνεται η ζωντανή παρουσία λόγω της ρύπανσης, ενώ οι ιχθυοκαλλιέργειες κερδίζουν μεγαλύτερο έδαφος αφού μπορούν να παρέχουν στην αγορά, σε σύντομο χρονικό διάστημα ψάρια που είναι απαραίτητα για την διατροφή. Σημαντική αύξηση στην επέκταση του κλάδου έχει παρατηρηθεί στις μεσογειακές χώρες, όπου η ανάπτυξη των αποθεμάτων λαβρακιού και τσιπούρας έχει δημιουργήσει κοινωνικοοικονομικά οφέλη και μέτρα πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ενθαρρύνει την επέκταση. Από την άλλη, οι ιχθυοκαλλιέργειες στην Ελλάδα είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας καθώς συμβάλλει στην παραγωγή τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας και πρωτεΐνης. Είναι ένας κλάδος που συμβάλει σημαντικά στην οικονομία της χώρας και παγκοσμίως. Το πιο σημαντικό όμως πέραν όλων αυτών είναι ότι δεν παρέχει μόνο ποσοτικά αλλά και ποιοτικά προϊόντα.

Οι καταναλωτές αυτή την στιγμή ζητούν χαμηλό κόστος και υψηλή ποιότητα, οι ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν ακριβώς αυτό. Η ποιότητα των ψαριών έχει οριστεί ως «ένας συνδυασμός χαρακτηριστικών όπως η υγιεινή, η ακεραιότητα και η φρεσκάδα» (Martin, 1988). Βάσει του προηγούμενου ορισμού ο όρος υγιεινή αναφέρεται στην καταλληλότητα του τροφίμου για κατανάλωση, καθαρό και μη μολυσμένο σε κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης και ο όρος ακεραιότητα αναφέρεται σε ένα προϊόν που είναι σύμφωνα με τις νομοθεσίες. Τέλος, η φρεσκάδα αναφέρεται στην ποιότητα της γεύσης, εμφάνισης και υφής του προϊόντος. Ένας συνδυασμός της θρεπτικής αξίας και της φρεσκάδας, συνιστούν την ποιότητα των ψαριών έτσι όπως την αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής. Αυτά τα χαρακτηριστικά εξαρτώνται από την χημική σύνθεση του ψαριού, η οποία με την σειρά της εξαρτάται από εγγενή χαρακτηριστικά του ψαριού όπως είναι το είδος του ψαριού, η ηλικία του και το φύλο του και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως είναι η καλή ποιότητα των νερών, οι σωστές θερμοκρασίες, η κατάλληλη αλατότητα καθώς και η σωστή διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας φέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα ως προς

τους καταναλωτές. Παρακάτω θα δούμε τα αποτελέσματα από την έρευνα που έγινε για τον ρυθμό ανάπτυξης των ιχθυοειδών σε δεξαμενές προπάχυνσης σε συνάρτηση με την πυκνότητα.

1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Είναι σημαντικό για τις ιχθυοκαλλιέργειες να παρέχουν ποσότητα και ποιότητα στους καταναλωτές συγχρόνως. Επομένως, για να διασφαλιστεί η ποιότητα του προϊόντος αλλά και η ποσότητα θα πρέπει να εφαρμοστούν πρότυπα διαχείρισης ποιότητας και να μελετηθούν οι ποικίλες δραστηριότητες κατά την παραγωγική διαδικασία στις διάφορες φάσεις που υπάρχουν. Η συστηματική βελτίωση του εκάστοτε οργανισμού θα φέρει καλύτερα αποτελέσματα. Η συλλογή δεδομένων και η καθημερινή καταγραφή των ενεργειών και των στοιχείων που λαμβάνονται κατά την διάρκεια της εκτροφής των ψαριών είναι απαραίτητη καθώς εξάγονται στοιχεία τα οποία μετέπειτα μπορούν να αναλυθούν ώστε να εντοπιστούν τυχόν αστοχίες.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στην παρούσα διπλωματική εργασία θα γίνει ανάλυση δεδομένων που καταγράφονται καθημερινά με σκοπό να ελεγχθεί ο ρυθμός ανάπτυξης των ιχθυοειδών με βάση την πυκνότητα του πληθυσμού μέσα στις δεξαμενές προπάχυνσης. Επομένως, με αυτή την διαδικασία και την συνεχή βελτίωση καθώς και με την χρήση στατιστικών πακέτων ο οργανισμός μπορεί να συμβάλλει στην ποιοτική και ποσοτική αναβάθμιση του τελικού προϊόντος.

1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία αναπτύσσεται συνολικά σε επτά κεφάλαια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια της ιχθυοκαλλιέργειας, η υφιστάμενη κατάσταση της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα, γίνεται αναφορά στα δύο πιο κύρια εκτρεφόμενα είδη των ιχθυοκαλλιεργειών ενώ αναλύονται και τα παραγωγικά στάδια ενός ιχθυογεννητικού σταθμού.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο και στα πρότυπα ποιότητας που εφαρμόζεται στις ιχθυοκαλλιέργειες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα αναφερθούν τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν και παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ενώ στην συνέχεια γίνεται συζήτηση γύρω από τα αποτελέσματα και τα διαγράμματα που προέκυψαν.

Στο τελευταίο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της εργασίας και προτάσεις για την βελτίωση των ιχθυοκαλλιεργειών.

2. Ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας

Με τον όρο ιχθυοκαλλιέργειες εννοούμε την εκτροφή και την αλιεία των ψαριών σε αλμυρά νερά. Στις εγκαταστάσεις των ιχθυοκαλλιεργειών όπου χωρίζονται σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς και μονάδες πάχυνσης υπάρχει συστηματική και μεθοδική προσπάθεια για την εκτροφή και το μέγιστο του γόνου, σε συγκεκριμένα είδη ψαριών μεγάλης διατροφικής και οικονομικής αξίας. Τα πιο συνηθισμένα είδη που εκτρέφονται σε ιχθυοκαλλιέργειες είναι η τσιπούρα, το λαβράκι, το φαγκρί, ο κρανιός και το μυτάκι. Οι ιχθυοκαλλιέργειες ξεκίνησαν με την αλιεία των ψαριών αφότου βρισκόντουσαν σε ειδικούς περιφραγμένους κλωβούς.

Η ιχθυοκαλλιέργεια είναι η ταχύτερη αναπτυσσόμενη βιομηχανία παραγωγής κρέατος στον κόσμο (Santurtun et al., 2018). Ο συγκεκριμένος κλάδος αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια καθώς η ζήτηση των ψαριών αυξάνεται ολοένα και αποτελεί μια τροφή πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, σημαντικό παράγοντα αποτέλεσαν και οι γεωμορφολογικές συνθήκες και η μείωση των ελεύθερων αποθεμάτων που υπήρχαν στις θάλασσες λόγω νομοθετικών και περιβαλλοντικών περιορισμών. Ο στόχος των ιχθυοκαλλιεργειών είναι η παραγωγή ψαριών υψηλής ποιότητας που θα μπορούσαν να είναι διαθέσιμα για όλους τους ανθρώπους σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος παραγωγής, όπου μπορούν να προσφέρουν στην αγορά σε σύντομο χρονικό διάστημα με σεβασμό προς το περιβάλλον και σε αντίστοιχους οργανισμούς εκτροφής. Η παγκόσμια παραγωγή ψαριών εκτιμάται ότι έφτασε τους περίπου 179 εκατομμύρια τόνους το 2018, με συνολική αξία πρώτης πώλησης που εκτιμάται σε 401 δισεκατομμύρια USD, εκ των οποίων 82 εκατομμύρια τόνοι, αξίας 250 δισεκατομμυρίων USD, προήλθαν από παραγωγή υδατοκαλλιέργειας (FAO, 2020). Η αναπαραγωγή των οικονομικών ζώων είναι πάντα στενά συνδεδεμένη με την καλή διαβίωση των ζώων (Stevens et al., 2017).

Τα στάδια παραγωγής μιας ιχθυοκαλλιέργειας είναι:

- Ιχθυογεννητικός Σταθμός
- Τμήμα Πάχυνσης
- Συσκευαστήριο
- Ποιοτικός Έλεγχος

2.1 Οι ιχθυοκαλλιέργειες στην Ελλάδα

Η αρχή του κλάδου της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε την δεκαετία του 1980. Στην αρχή τα πρώτα είδη που εκτράφηκαν ήταν η τσιπούρα και το λαβράκι, όμως ο κλάδος σταδιακά άρχισε να αναπτύσσεται. Με βάση στοιχεία που υπάρχουν το 2021 η συνολική παραγωγή ανέρχεται στους 131.250 τόνους. Επιπλέον, με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία που υπάρχουν το 2020 οι μονάδες εκτροφής χωρίζονται σε 283 μονάδες θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας και 24 ιχθυογεννητικούς σταθμούς όπου εκτρέφουν και οι δύο εγκαταστάσεις μεσογειακά είδη όπως τσιπούρα και λαβράκι. Η ζήτηση της συγκεκριμένης τροφής αυξάνεται σε παγκόσμιο επίπεδο τα τελευταία 50 χρόνια. Ενώ όμως η ζήτηση αυξάνεται, η προσφορά μειώνεται με αποτέλεσμα να υπάρχει αύξηση της τιμής του ελεύθερου είδους ή διαφορετικά των «άγριων» ψαριών. Αποτέλεσμα της εντατικής αλιείας ήταν η αύξηση των ιχθυοκαλλιεργειών παγκοσμίως όπου προσφέρουν σταθερότητα σε ποσότητες που μπορούν να παραδώσουν στην αγορά αλλά και χαμηλότερες τιμές. Όπως γίνεται σε όλους του βιομηχανικούς κλάδους έτσι και στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας ο οποίος ανήκει στον αγροτικό τομέα, γίνονται συνεχόμενες προσπάθειες εξέλιξης και βελτίωσης με σκοπό να αντιμετωπίζουν τυχόν αρρώστιες και τον ρυθμό ανάπτυξης του ζωντανού οργανισμού.

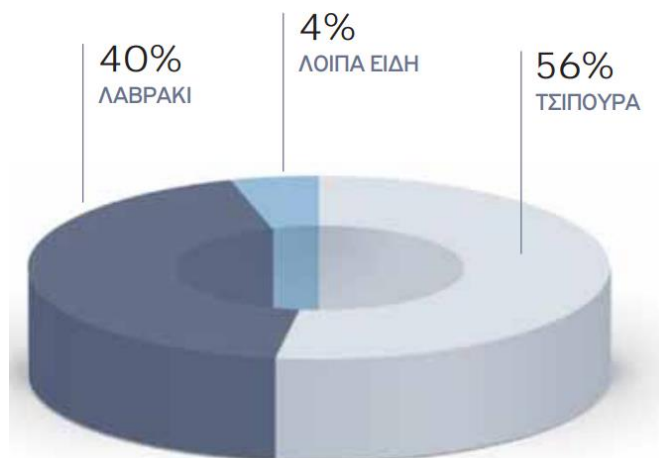
2.2 Τα κυριότερα εκτρεφόμενα είδη

Στην Ελλάδα παράγονται μαζικά τσιπούρες, λαβράκι και μυτάκι. Αυτά τα τρία είδη αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό της ετήσιας παραγωγής των ψαριών. Η τσιπούρα και το λαβράκι από την μεριά της διατροφικής αξίας είναι τροφές πλούσιες σε λιπαρά οξέα ω-3 και είναι σημαντικά για την μεσογειακή διατροφή. Το πιο συνηθισμένο μέγεθος που τα συγκεκριμένα είδη φτάνουν στην αγορά είναι στα 300-400 γραμμάρια.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 1 για το έτος 2022 τα κύρια είδη ψαριών που εκτρέφονται είναι η τσιπούρα (56%) και το λαβράκι (40%) ενώ το 4% καταλαμβάνουν όλα τα υπόλοιπα είδη.

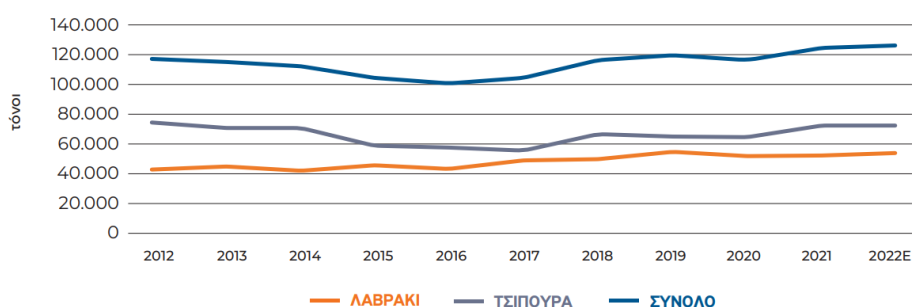
Στο διάγραμμα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 φαίνεται η πορεία της παραγωγής των κυριότερων ειδών εκτροφής για τα έτη 2012 έως το 2022. Από το διάγραμμα διαπιστώνουμε μια πτωτική τάση της παραγωγής για τα έτη 2015 έως το 2017 για την τσιπούρα και τα άλλα είδη. Όσον αφορά το λαβράκι υπάρχει μια αυξητική πορεία της παραγωγής του με τα τελευταία χρόνια να είναι σταθερή.

Κύρια είδη ιχθυοκαλλιέργειας



Εικόνα 1 Τα κυριότερα εκτρεφόμενα είδη (Πηγή: ΕΛΟΠΥ)

Παραγωγή τσιπούρας & λαβρακιού



Εικόνα 2 Διάγραμμα παραγωγής τσιπούρας - λαβρακιού (Πηγή: ΕΛΟΠΥ)

2.2.1 Τσιπούρα

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) ανήκει στην ομάδα των σπαριδών και συναντάται συνήθως στην Μεσόγειο και τον Ατλαντικό ωκεανό. Το μέγεθος είναι συνήθως 35 εκατοστά μήκος και τα μεγαλύτερα μπορούν να φτάσουν έως και τα 60 εκατοστά. Επιπλέον, το σχήμα της είναι οβάλ με ψηλό σώμα. Το χρώμα της κατά κύριο λόγο είναι ασημένιο με μαύρες κηλίδες και ένα χρυσό τόξο που ενώνει τα μάτια (Εικόνα 3). Την τσιπούρα μπορούμε να την συναντήσουμε σε αμμώδεις πυθμένες και σε βάθη έως 30 μέτρα. Ωστόσο, είναι ένα ευρύαλο και ευρύθερμο ψάρι αυτό το κάνει να αντέχει σε μεγάλες μεταβολές αλατότητας και θερμοκρασίας νερού. Χαρακτηριστικό το οποίο την κάνει να ξεχωρίζει είναι ότι την άνοιξη βρίσκεται σε εκβολές ποταμών καθώς και

σε λιμνοθάλασσες. Το συγκεκριμένο ψάρι μπορεί να τραφεί με μαλάκια όπου την χαρακτηρίζουν ως σαρκοφάγο ψάρι αλλά και με φυτά πιο σπάνια. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για να μετακινηθεί προτιμά τις ομάδες σε κοπάδια, υπάρχουν όμως και οι περιπτώσεις που μπορεί να βρεθούν και μεγάλα θηλυκά να κυνηγούν μόνα τους.

Όσον αφορά την αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους ψαριού είναι χαρακτηριστικό ότι είναι ερμαφρόδιτα. Αυτό σημαίνει ότι γεννιούνται πρώτα ως αρσενικά και ενώ φτάσουν στην ηλικία των τριών ετών αλλάζουν φύλο και γίνονται θηλυκά. Η σεξουαλική τους ενηλικίωση ολοκληρώνεται όσο είναι αρσενικά σε βάρος 350 – 400 γραμμάρια, η αλλαγή του φύλου σε θηλυκό γίνεται όταν το ψάρι φτάνει στα 600 γραμμάρια. Η αναπαραγωγή τους ξεκινά τον Οκτώβριο και ολοκληρώνεται τον Δεκέμβριο, την συγκεκριμένη περίοδο κάθε θηλυκό γεννά 20 χιλιάδες με 80 χιλιάδες αυγά ημερησίως. Κάτι εντυπωσιακό που συμβαίνει στο συγκεκριμένο ψάρι είναι το γεγονός ότι ενώ μπορεί να βρίσκεται σε διαδικασία αλλαγής φύλου από αρσενικό σε θηλυκό αν όμως είναι σε αναπαραγωγική περίοδο σταματάει την αλλαγή και παράγει σπέρμα.

Η τσιπούρα είναι ένα από τα κύρια εκτροφείσιμα ψάρια της Μεσογείου όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Η εκτροφή του συγκεκριμένου είδους γίνεται με την μεταφορά του γόνου όταν φτάσει από 3gr και πάνω σε ιχθυοκλωβούς στην συνέχεια εξ αλιεύονται όταν φτάσουν το εμπορεύσιμο βάρος των 350-400 γραμμάρια. Αυτή η διαδικασία έχει δώσει την δυνατότητα στον τομέα να αναπτυχθεί και να μειώσει τις τιμές.



Εικόνα 3 Sparus aurata (Πηγή: {HYPERLINK "<https://archive.org/details/histoirenaturell141255cuv1>"})

2.2.2 Λαβράκι

Το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) ανήκει στην οικογένεια των μορονίδων τα συναντάμε συνήθως στην μεσόγειο και στις βορειοανατολικές ακτές του Ατλαντικού. Το μέγεθος του κυμαίνεται από 40 έως 65 εκατοστά. Το σώμα του είναι επίμηκες και διαθέτει δύο ραχιαία πτερύγια. Το χρώμα του είναι ασημί με μαύρα στίγματα στην πλάτη και στα πλευρά, στο χρώμα του υπάρχουν δυο διαβαθμίσεις του ασημί στην ράχη είναι πιο σκούρο και στην κοιλία πιο ανοιχτό (Εικόνα 4).

Το λαβράκι είναι ένα ψάρι που συναντάται στην Μεσόγειο, την Μαύρη Θάλασσα, στις ακτές του Ατλαντικού, την Νορβηγία και την Σενεγάλη. Το συγκεκριμένο είδος ψαριού κολυμπά σε παραλιακά ύδατα και σε βάθος έως και 100 μέτρα. Όπως η τσιπούρα έτσι και το λαβράκι είναι ευρύαλο και ευρύθερμο, αυτό σημαίνει ότι αντέχει στις μεγάλες μεταβολές τις αλατότητας και της θερμοκρασίας του νερού. Έχει παρόμοιες συμπεριφορές με την τσιπούρα, αφού είναι ένα ψάρι του πελάγους, μπορεί να βρεθεί και σε εκβολές ποταμών αλλά και σε λιμνοθάλασσες. Ένα χαρακτηριστικό του είδους αυτού είναι η όραση του καθώς βλέπει πολύ καλά και καθαρά στο σκοτάδι όπου συνήθως κυνηγάει. Το συγκεκριμένο ψάρι μπορεί να τραφεί με μαλάκια όπου το χαρακτηρίζουν ως σαρκοφάγο αλλά ακόμη και με σκουλήκια, γαρίδες και καβούρια. Τέλος, το λαβράκι είναι ένα από τα κύρια ψάρια εκτροφής στις ιχθυοκαλλιέργειες. Είναι ένα είδος που θεωρείται εκλεκτό καθώς είναι πλούσιο σε λιπαρά οξέα ω-3 και χρησιμοποιείται σε διάφορες τοπικές κουζίνες.



Εικόνα 4 *Dicentrarchus labrax* (Πηγή: [Hans Hillewaert](#))

2.3 Τα στάδια ενός ιχθυογεννητικού σταθμού

Ιχθυογεννητικός σταθμός είναι ο χώρος όπου πραγματοποιείται η παραγωγική διαδικασία με την προϋπόθεση την ύπαρξη γεννητόρων, την εκκόλαψη των αυγών τους, την ανάπτυξη του γόνου και την παραγωγή της ζωντανής τροφής όπου είναι απαραίτητη για τα πρώτα στάδια ζωής του ψαριού. Η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά την διατήρηση ζωής του γόνου μέσα σε ειδικά διαμορφωμένες δεξαμενές έως ότου φτάσουν το βάρος των 2 γραμμαρίων. Από αυτό το χρονικό διάστημα και μετά μπορούν να μεταφερθούν στο επόμενο παραγωγικό στάδιο.

2.3.1 Γεννήτορες

Ως γεννήτορες επιλέγονται ψάρια τα οποία έχουν καλή πορεία ανάπτυξης και ανθεκτικότητα σε ασθένειες. Τα συγκεκριμένα ψάρια παραμένουν σε ειδικές δεξαμενές μικρού και διαφορετικού πληθυσμού ενώ η διατροφή τους είναι αρκετά προσεκτική. Την ίδια περίοδο γίνεται ο έλεγχος για την σεξουαλική αναλογία. Είναι πολύ σημαντικό η διαδικασία να γίνεται κάτω από συνθήκες που μοιάζουν με τις συνθήκες περιβάλλοντος, με άλλα λόγια η θερμοκρασία πρέπει να είναι σαν την θερμοκρασία θαλασσινού νερού και να υπάρχει χαμηλός φωτισμός.

2.3.2 Εκκολαπτήριο

Το εκκολαπτήριο είναι ο χώρος όπου μεταφέρονται τα αυγά των γεννητόρων, αφού μαζευτούν με αυτόματους ειδικούς συλλέκτες αυγών. Τα αυγά της τσιπούρας και του λαβρακιού είναι σφαιρικά και περίπου κοντά στο ένα χιλιοστό, λίγο μικρότερο και λίγο μεγαλύτερο αντίστοιχα. Η εκκόλαψη για τα αυγά της τσιπούρας αρχίζει περίπου 48 ώρες μετά την γέννηση σε θερμοκρασία 17°C. Η εκκόλαψη για τα αυγά του λαβρακιού αρχίζει περίπου μετά από 72 ώρες αφού γεννηθούν σε θερμοκρασία 14°C.

Μετά την εκκόλαψη ακολουθεί η διαδικασία της διατροφής με την ζωντανή τροφή. Αυτή η διαδικασία ξεκινάει την 6^η έως την 15^η ημέρα της εκκόλαψης, αφότου το στόμα και τα μάτια έχουν ξεκινήσει να γίνονται λειτουργικά. Για την ανάπτυξη των λαρβών, δηλαδή των ψαριών που δεν έχουν γίνει ακόμη γόνος και είναι από την 15^η μέρα ζωής έως την 15^η μέρα, είναι απαραίτητο να τραφούν σε πρώτο στάδιο με φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και artemia, η οποία είναι μικρή γαρίδα, αυτά τα τρία μαζί δημιουργούν την αίσθηση ενός φυσικού οικοσυστήματος στον ζωντανό

οργανισμό που είναι πολύ σημαντικό για την ομαλή ανάπτυξη του. Αν δεν υπάρχει ο συνδυασμός αυτών η λάρβα δεν θα επιβιώσει.

Η ανάπτυξη των λαρβών είναι σταδιακή. Στο διάστημα από 15 έως 35 ημέρες αναπτύσσεται το ουραίο καθώς και το πρωκτικό πτερύγιο, μέχρι να δημιουργηθούν οι τελικές διαστάσεις και να μπορούν να κολυμπήσουν, αναπτύσσεται και η νηκτική. Τέλος, στις 45 ημέρες αναπτύσσεται το ραχιαίο και τα θωρακικά πτερύγια.

2.3.3 Απογαλακτισμός

Μετά το εκκολαπτήριο και τις λάρβες το επόμενο τμήμα σε έναν ιχθυογεννητικό σταθμό είναι το τμήμα του απογαλακτισμού. Σε αυτό το τμήμα τα ιχθύδια ενώ έχουν ολοκληρώσει τις 35 ημέρες ταΐσματος με ζωντανή τροφή περνούν στην στερεή τροφή μικρής διαμέτρου η οποία περιέχει απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη τους. Για να περάσουμε σε αυτή την παραγωγική φάση θα πρέπει η ανάπτυξη της λάρβας να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο και αυτό σημαίνει να έχει ανοίξει το στόμα της και να είναι φυσιολογικά ανεπτυγμένο το πεπτικό σύστημα. Στο τέλος αυτού του σταδίου και όταν φτάσει ο γόνος περίπου τα 0.5gr μεταφέρεται στο τμήμα της προπάχυνσης.

2.3.4 Προπάχυνση

Το επόμενο τμήμα της παραγωγικής φάσης ύστερα από τον απογαλακτισμό είναι το τμήμα της προπάχυνσης. Ο γόνος μεταφέρεται σε δεξαμενές προπάχυνσης, όπως αυτές της Εικόνας 5, όταν είναι περίπου 0.5gr εκεί αναπτύσσεται μέχρι να φτάσει το κατάλληλο βάρος για να μεταφερθεί στις μονάδες πάχυνσης. Στη φάση της προπάχυνσης γίνεται έλεγχος αν υπάρχει η νηκτική κύστη και ποιοτικός έλεγχος σχετικά με την ανάπτυξη της σπονδυλικής στήλης και των πτερυγίων, είναι μια βασική παράμετρος της εμπορευσιμότητας του τελικού προϊόντος. Τα ψάρια τα οποία δεν παρέχουν νηκτική κύστη απομακρύνονται με τις κατάλληλες διαδικασίες. Επιπλέον, γίνεται διαχωρισμός και ομαδοποίηση των πληθυσμών με συνάρτηση το βάρος τους και τοποθετούνται σε ανάλογες χερσαίες και διαμορφωμένες δεξαμενές είτε στρογγυλές είτε ορθογώνιες. Τέλος, ο γόνος εμβολιάζεται όταν είναι περίπου 1.5 με 2gr, περίπου 14 μέρες πριν μεταφερθεί στο επόμενο στάδιο της πάχυνσης, όπου η μεταφορά γίνεται με ειδικά φορτηγά και πλωτά μέσα που διαθέτουν δεξαμενές και μπουκάλες οξυγόνου.

Η προπάχυνση είναι ένα σημαντικό τμήμα του ιχθυογεννητικού σταθμού καθώς παράγει το «τελικό» προϊόν προς άλλους πελάτες ιχθυοκαλλιεργητές. Στην προπάχυνση υπάρχουν αυξημένες μεταβολικές ανάγκες για τον ζωντανό οργανισμό όπου απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού και οξυγόνου. Η διαχείριση των τροφών υπολογίζεται με την βιομάζα της δεξαμενής.



Εικόνα 5 Δεξαμενές Προ - πάχυνσης

3. Διασφάλιση της ποιότητας στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας

Η καθώς η ζήτηση των αλιευτικών προϊόντων αυξάνεται, αυξάνονται και οι απαιτήσεις από τους καταναλωτές για πιο ποιοτικά προϊόντα. Στόχος κάθε οργανισμού είναι να παραγάγει θρεπτικά, υγιεινά και υψηλής ποιότητας προϊόντα. Οι ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες συμμορφώνονται βάσει της εθνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας σε όλες τις παραγωγικές φάσεις μέχρι να έχουμε και το τελικό προϊόν. Όλα τα μέλη της Ελληνικής Οργάνωσης Παραγωγών Υδατοκαλλιέργειας (ΕΛΟΠΥ) διασφαλίζουν την ποιότητα των προϊόντων που προσφέρουν στους καταναλωτές μέσα από μια σειρά πράξεων κατά την παραγωγική διαδικασία, αυτές οι πράξεις είναι:

- Επαναλαμβανόμενος έλεγχος της διαδικασίας σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των ιχθύων
- Αυστηροί έλεγχοι σχετικά με την ποιότητα του γόνου και των συστατικών των ιχθυοτροφών
- Παρακολούθηση του περιβάλλοντος και τακτικές αναλύσεις
- Πλήρες σύστημα ιχνηλασιμότητας

3.1 Νομοθετικό Πλαίσιο

Το νομοθετικό πλαίσιο γύρω από τις ιχθυοκαλλιέργειες αναπτύσσεται σχετικά με το Νόμο 4282/2014 – ΦΕΚ 182/Α/29.8.2014. Το νομοθετικό πλαίσιο αναπτύσσεται σε 34 Άρθρα και τέσσερα Κεφάλαια. Οι διατάξεις του ΦΕΚ καθορίζουν το θεσμικό πλαίσιο σχετικά με την ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών όσον αφορά την παραχώρηση χρήσης θαλάσσιας έκτασης για την εγκατάσταση μονάδας, για την διαδικασία χορήγησης άδειας λειτουργίας της μονάδας είτε χερσαία είτε σε υδάτινη εγκατάσταση.

Επιπλέον, με βάση την Ευρωπαϊκή Ένωση συντάχθηκαν μια σειρά από κανονισμούς και η Οδηγία 2004/41 που αφορούν τα τρόφιμα συμπεριλαμβανομένων και των αλίπαστων ιχθύων είναι:

- Κανονισμός 178/2002/ΕΚ, για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων για τα τρόφιμα (Ε.Ε., 2002)

- Κανονισμός 852/2004/EK, για την υγιεινή των τροφίμων (Ε.Ε., 2004)
- Κανονισμός 853/2004/EK, για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης (Ε.Ε., 2004)
- Κανονισμός 854/2004/EK, για την οργάνωση επίσημων ελέγχων στα προϊόντα ζωικής προέλευσης που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο (Ε.Ε. 2004)
- Κανονισμός 882/2004/EK, για τους επίσημους ελέγχους της συμμόρφωσης προς τη νομοθεσία. (Ε.Ε., 2004)
- Οδηγία 2004/41/EK, με την οδηγία αυτή καταργούνται συγκεκριμένες οδηγίες περί υγιεινής τροφίμων. (Ε.Ε., 2004)

Το νομοθετικό πλαίσιο το οποίο έχει δημιουργηθεί αφορά την προστασία της υγείας του καταναλωτή αποδίδοντας ευθύνη για την ασφάλεια των τροφίμων στους παραγωγούς και τους προμηθευτές. Καθιερώνονται έλεγχοι σε εθνικό και κοινοτικό επίπεδο από αρμόδιες αρχές με καταρτισμένους επιθεωρητές. Είναι απαραίτητο να υπάρχει ιχνηλασιμότητα και να ορίζονται τα μέτρα προστασίας για έκτακτες περιπτώσεις όταν η εφαρμογή των αρχών προφύλαξης τίθεται εκτός ελέγχου.

3.2 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας

Υποχρέωση του κάθε οργανισμού απέναντι στον καταναλωτή είναι να του παρέχει ασφαλή τρόφιμα υψηλής ποιότητας. Ο οργανισμός θα πρέπει να παρέχει την ταυτότητα και την ασφάλεια του τροφίμου καθώς και την ποιότητα της προστιθέμενης αξίας με άλλα λόγια την διατροφική αξία, την χρηστικότητα και όλα τα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Η αυξανόμενη ζήτηση των προϊόντων αλιείας αυξάνει το εμπόριο ανάμεσα στις χώρες αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των πιθανοτήτων για μόλυνση των τροφίμων. Επιπλέον, τα προϊόντα ταξιδεύουν από την μια χώρα σε μια άλλη κάτω από ποικίλες συνθήκες. Τα ψάρια είναι ένας οργανισμός ιδιαίτερα ευαίσθητος αυτό με την πάροδο του χρόνου τους κάνει ιδιαίτερα ευάλωτες σε καινούργιες μορφές ασθeneιών. Βάση όλων των προαναφερόμενων είναι απαραίτητο κάθε οργανισμός του κλάδου να εφαρμόζει ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων.

3.3 HACCP

Το HACCP (ISO 22000) είναι ένα παγκοσμίως γνωστό σύστημα ασφαλείας τροφίμων. Το οποίο είναι αποτελεσματικό σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας των

τροφίμων καθώς φροντίζει για τον έλεγχο των διεργασιών που αφορούν ότι είναι κρίσιμοι για την ασφάλεια των τροφίμων. Σκοπός του συγκεκριμένου προτύπου είναι να παρέχει ασφάλεια των τροφίμων μέσω της ανάλυσης πιθανών μικροβιολογικών, χημικών και φυσικών κινδύνων σε όλες τις φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας. Όπως από την παραλαβή των πρώτων υλών έως την τελική χρήση του η οποία διασφαλίζει το τρόφιμο ασφαλές. Στην συνέχεια προσδιορίζει τα στάδια τα οποία είναι κρίσιμα για κινδύνους και την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών όπου κρίνονται απαραίτητα για την εκδήλωση κινδύνου. Η εφαρμογή του προτύπου βασίζεται σε επτά αρχές:

- Αναγνώριση και αξιολόγηση των κινδύνων
- Αναγνώριση κρίσιμων σημείων ελέγχου
- Προσδιορισμός κρίσιμων ορίων για κάθε κρίσιμο σημείο
- Καθορισμός διαδικασίας παρακολούθησης
- Καθορισμός διορθωτικών ενεργειών
- Καθορισμός διαδικασίας επαλήθευσης του συστήματος
- Καθορισμός συστήματος καταγραφής και δημιουργία αρχείων παρακολούθησης του συστήματος

Ο οργανισμός που συμμορφώνεται βάσει το ISO 22000 επωφελείται με κάποια πλεονεκτήματα που έχουν να κάνουν με την αξιοπιστία του οργανισμού, την οργάνωση, τον σεβασμό προς τον καταναλωτή, βελτιστοποίηση της ποιότητας, συμμόρφωση με την νομοθεσία και τέλος ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες για την παραγωγή μη ασφαλών προϊόντων.

3.4 Ποιοτικός έλεγχος στα παραγωγικά στάδια της ιχθυοκαλλιέργειας

Ο πρώτος ποιοτικός έλεγχος που πραγματοποιείται κατά τα παραγωγικά στάδια της ιχθυοκαλλιέργειας ξεκινά από τον δεύτερο μήνα ζωής του ζωντανού οργανισμού. Εκεί πραγματοποιείται η διαδικασία της αραίωσης και της διαλογής. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ σημαντική και γίνεται συχνά κατά την διάρκεια ζωής των ιχθύων, μπορεί να γίνεται 3-4 φορές σε έναν κύκλο ζωής 16 μηνών. Οι διαλογές και η αραίωση γίνονται με σκοπό να αποτραπούν οι συμπεριφορές κανιβαλισμού, όπου αυτές αναπτύσσονται από πιο ανεπτυγμένα ψάρια σε σχέση με το σύνολο μέσα σε μια δεξαμενή και αποτρέπουν την πρόσβαση στην τροφή στα υπόλοιπα. Επιπλέον, η διαδικασία της αραίωσης είναι όταν μια δεξαμενή για τους ιχθυογεννητικούς σταθμούς ή ένας κλωβός

για την πάχυνση χωρίζεται συνήθως σε δύο δεξαμενές καθώς η βιομάζα της δεξαμενής σταδιακά γίνεται περιοριστικός παράγοντας. Είναι συνηθισμένο γόνοι ίδιων ημερών και ίδια παρτίδας να μην έχουν τον ίδιο ρυθμό ανάπτυξης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι για να φθάσει το ψάρι σε εμπορεύσιμο μέγεθος μπορεί να χρειασθούν και 4 διαλογές ανάλογα το είδος ψαριού και τον ρυθμό ανάπτυξης κάθε κλωβού.

Κατά την διάρκεια της διαλογής γίνονται και άλλες διαχειρίσεις του ιχθυοπληθυσμού όπως η μέτρηση του μέσου βάρους κατά την έναρξη, στα μισά της διαδικασίας και στο τέλος. Αυτό βοηθάει πολύ να υπάρχει μια εικόνα του ιχθυοπληθυσμού που βρίσκεται μέσα στον κλωβό ή στην δεξαμενή. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να γίνει μέτρηση του μήκους των ψαριών ή του επιπέδου λίπους. Τέλος, είναι σημαντικό να τηρούνται αρχεία καταγραφής των διαλογών και των αραιώσεων που έγιναν τα οποία θα περιέχουν πληροφορίες αριθμών, προελεύσεων και προορισμό του ιχθυοπληθυσμού. (Κατσανέα & Ζάνη, 2003).

Τέλος, υπάρχει ο ποιοτικός έλεγχος στο στάδιο της συσκευασίας όπου το ψάρι έχει αλιευθεί και είναι έτοιμο προς κατανάλωση. Πριν ακόμη ξεκινήσει η διαδικασία αλίευσης όμως τα ψάρια δεν θα πρέπει να φέρουν χρώμα, λάσπη, περιττώματα και γενικά σημάδια που να προδίδουν κάποιο σύμπτωμα ασθένειας. Είναι απαραίτητο να πλένονται αμέσως μετά την αλίευση με καθαρό θαλασσινό νερό. Τα ψάρια που επιλέγονται για το εμπόριο θα πρέπει να επιλέγονται με βάση τα ποιοτικά κριτήρια και το βάρος τους. Επιπλέον, θα πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Να μην φέρουν σημάδια φυσικής κακοποίησης
- Το χρώμα τους πρέπει να είναι ζωνφόρο, τυπικό του είδους
- Το στομάχι τους θα πρέπει να είναι άδειο και η κοιλιακή χώρα κυρτή
- Ελλείψεις ουραίου πτερυγίου, ραχιαίου πτερυγίου είναι μη αποδεκτό
- Ψάρια με κατεστραμμένους οφθαλμούς είναι μη αποδεκτά
- Ψάρια που φέρουν εκτεταμένες απώλειες λεπιών είναι μη αποδεκτά
- Ψάρια που φέρουν άλλη οσμή πέρα της φυσιολογικής οσμής νωπού ψαριού είναι μη αποδεκτά
- Η υφή τους πρέπει να είναι συνεκτική και χυμώδης, η σάρκα τους συμπαγής και λεία. Θα πρέπει να υπάρχει μια υδαρή και διαυγής βλέννα.
- Οι οφθαλμοί θα πρέπει να είναι κυρτοί και ο κερατοειδής να είναι διαυγής

- Τα νεφρά τους και το αίμα θα πρέπει να έχουν λαμπερό χρώμα
- Ψάρια με τραύματα και παραμορφώσεις δεν είναι αποδεκτά

Τα ψάρια θα πρέπει να τοποθετούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα μέσα σε καθαρά κουτιά μιας χρήσης με τρύπα για να φεύγουν τα νερά, τα οποία διαθέτουν προδιαγραφές για μεταφορά ψαριών με λεπιδωτό πάγο. Τα ψάρια τοποθετούνται μέσα στα κιβώτια κεκαμένα. Είναι πολύ σημαντικό τα ψάρια να συσκευάζονται πριν ξεκινήσει η νεκρική ακαμψία και η θερμοκρασία να μην υπερβαίνει 0-4 °C.

4. Δείκτες αξιολόγησης και στατιστικές τεχνικές

Με σκοπό να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που δόθηκαν από μια εταιρεία ιχθυοκαλλιέργειας και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με μέσο βάρος, τον δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής σε βιομάζα FCR, τον ρυθμό ανάπτυξης SGR, τον συντελεστή ανάπτυξης R, τον συντελεστή διατροφής SFR, την πυκνότητα (Density), τη θερμοκρασία ανά κωδικό παρτίδας ψαριών και είδος ψαριών. Παρακάτω φαίνονται και αναλύονται τα υλικά της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται οι δείκτες που υπολογίστηκαν για τις ανάγκες της ανάλυσης. Οι παραπάνω δείκτες είναι πολύ σημαντικοί για να αξιολογήσουμε τον ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών σε συνάρτηση με το μέσο βάρος ψαριού, την θερμοκρασία και την πυκνότητα. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται οι παραπάνω δείκτες με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

4.1 Δείκτες αξιολόγησης

4.1.1 Δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής – FCR

Ο δείκτης μετατρεψιμότητας FCR (*Feed conversion ratio*) εκφράζει την ποσότητα τροφής που καταναλώθηκε σε kg επί ξηρού βάρους, η οποία απαιτείται για την παραγωγή ενός kg ψαριού σε νωπό βάρος. Ο δείκτης FCR εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού, το μέγεθος του ζωντανού οργανισμού, την ποιότητα τροφής καθώς και τον τρόπο ταΐσματος.

Ο τύπος που υπολογίζεται ο δείκτης FCR

$$FCR = \frac{\text{Τροφή που χορηγήθηκε } FC (g)}{\text{Αύξηση βιομάζας των ζωντανών ιχθύων } WG(g)}$$

4.1.2 Συντελεστής ανάπτυξης – R

Ο συντελεστής ανάπτυξης R% των ψαριών συγκρίνει το τελικό με το αρχικό τους βάρος και υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R = \frac{\text{Τελικό βάρος} - \text{Αρχικό βάρος}}{\text{Αρχικό βάρος}} * 100$$

4.1.3 Συντελεστής διατροφής – SFR

Ο συντελεστής διατροφής (Specific feeding rate) εκφράζει το επίπεδο ταΐσματος ημερησίως σε σχέση με το σωματικό τους βάρος. Ο συντελεστής SFR υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$SFR = AFR * \frac{100}{Wa}$$

όπου AFR είναι η συνολική τροφή επί ξηρού βάρους σε kg σε χρόνο εκτροφής t και Wa μέσος όρος αρχικής και τελικής βιομάζας

4.1.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης – SGR

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης SGR (Specific growth rate) εκφράζει την επί τοις εκατό % αύξηση βάρους των ψαριών ανά ημέρα. Ο τύπος για να τον υπολογίσουμε φαίνεται παρακάτω:

$$SGR = \frac{\ln \text{τελικού βάρους} - \ln \text{αρχικού βάρους}}{\text{Ημέρες εκτροφής}} * 100$$

4.1.5 Ιχθυοπυκνότητα - Density

Η ιχθυοπυκνότητα αναφέρεται στο πλήθος των ψαριών που ζουν σε έναν δεδομένο χώρο όπως είναι οι δεξαμενές της προπάχυνσης. Η ιχθυοπυκνότητα είναι μια σημαντική παράμετρος στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας καθώς έχει αντίκτυπο στην μεταβλητή του ρυθμού ανάπτυξης των ιχθύων. Η ιχθυοπυκνότητα εξαρτάται από τον όγκο νερού μιας δεξαμενής.

4.1.6 Θερμοκρασία - Avg Temp

Η θερμοκρασία αναφέρεται στην θερμοκρασία του νερού που έχουν οι δεξαμενές στις οποίες βρίσκονται τα ψάρια. Η θερμοκρασία είναι ένας βασικός παράγοντας ανάπτυξης των ψαριών καθώς πρέπει να κυμαίνεται σε συγκεκριμένες τιμές ώστε να δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες και να μην επηρεάζονται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος επιτυγχάνοντας την ομαλή τους ανάπτυξη ακόμη και όταν στην φύση αυτό δεν θα ήταν εφικτό. Τα ψάρια μεγαλώνουν σε ένα καθημερινά ελεγχόμενο, φυσικό περιβάλλον.

4.2 Στατιστικές Τεχνικές

Στην παρούσα εργασία υπολογίστηκαν τα περιγραφικά μέτρα όπου κρίθηκε απαραίτητο, για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, ο υπολογισμός έγινε με την χρήση των παραπάνω τύπων για κάθε δεξαμενή προ – πάχυνσης και κάθε παρτίδα. Τα περιγραφικά μέτρα τα οποία και υπολογίστηκαν είναι ο δείκτης

μετατρεψιμότητας, ο ρυθμός ανάπτυξης, η πυκνότητα, η θερμοκρασία και τέλος το μέσο βάρος. Η θερμοκρασία της κάθε δεξαμενής μετριέται με την χρήση ειδικού θερμόμετρου και το μέσο βάρος υπολογίζεται με την μέθοδο της δειγματοληψίας.

4.2.1 Περιγραφή δείγματος

Στην παρούσα εργασία θα γίνει η κατασκευή ιστογραμμάτων για την απεικόνιση των δεδομένων μας. Πιο συγκεκριμένα το ιστόγραμμα είναι η γραφική απεικόνιση στατιστικών συχνοτήτων μιας περιοχής τιμών ενός μεγέθους. Απεικονίζεται με την μορφή ορθογωνίων και κάθε επιφάνεια ορθογωνίου είναι μέτρο της συχνότητας εμφάνισης της συγκεκριμένης περιοχής τιμών, το ύψος των ορθογωνίων ισούται με το λόγο της συχνότητας προς το εύρος των τιμών του ορθογωνίου. Επιπλέον, έγινε η κατασκευή θηκογραμμάτων καθώς είναι ένας γραφικός τρόπος παρουσίασης των πέντε περιληπτικών μέτρων μιας κατανομής δεδομένων. Τα πέντε περιληπτικά μέτρα τα οποία έχουμε στα θηκογράμματα είναι τα εξής:

1. Ελάχιστη τιμή : η μικρότερη τιμή που έχουμε στα δεδομένα μας έχοντας εξαιρέσει τις ακραίες τιμές.
2. Μέγιστη τιμή : η μεγαλύτερη τιμή που έχουμε στα δεδομένα μας έχοντας εξαιρέσει τις ακραίες τιμές.
3. Διάμεσος : η διάμεσος που έχει το σύνολο των δεδομένων μας. Η διάμεσος σηματοδοτεί τη μέση των δεδομένων με την έννοια ότι τα μισά δεδομένα είναι μικρότερα από τη διάμεσο και τα άλλα μισά μεγαλύτερα.
4. Πρώτο τεταρτημόριο : η διάμεσος μεταξύ της ελάχιστης τιμής και της διαμέσου, αντιστοιχεί στο 25% των δεδομένων που βρίσκονται κάτω από αυτόν τον αριθμό.
5. Τρίτο τεταρτημόριο : η διάμεσος μεταξύ της μέγιστης τιμής και της διαμέσου, αντιστοιχεί στο 75% των δεδομένων που βρίσκονται πάνω από αυτόν τον αριθμό.

4.2.2 Μοντέλα παλινδρόμησης

Για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν θα δημιουργηθούν κάποια μοντέλα παλινδρόμησης για τις μεταβλητές που διαθέτουμε οι οποίες είναι η πυκνότητα, η θερμοκρασία και το μέσο βάρος ψαριού. Τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι μια στατιστική τεχνική μοντελοποίησης και χρησιμοποιούνται ώστε να ερευνηθεί

η συσχέτιση μεταξύ μιας εξαρτημένης και μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Ουσιαστικά η ανάλυση παλινδρόμησης μας βοηθάει να κατανοήσουμε και να εξηγήσουμε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής Y όταν μεταβάλλεται μια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές X . Στην δική μας ανάλυση θα εξετάσουμε την συσχέτιση ανάμεσα στο SGR (εξαρτημένη μεταβλητή) και την πυκνότητα, την θερμοκρασία και το μέσο βάρος των ψαριών (ανεξάρτητες μεταβλητές).

Το στατιστικό πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση δεδομένων είναι το MINITAB.

5. Ανάλυση δεδομένων

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που έγινε βάσει των δεδομένων που είχαμε στην διάθεση μας.

Αρχικά για τα δεδομένα μας έχουν υπολογιστεί τα βασικά περιγραφικά στατιστικά μεγέθη ώστε να πάρουμε μια πρώτη εικόνα για τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας. Έχουν υπολογιστεί η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η διάμεσος και η μέγιστη ελάχιστη τιμή και για τα δύο είδη ψαριών που έχουμε, τσιπούρα και λαβράκι τα οποία φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Statistics

| Variable | Fish_Name | Mean | StDev | Minimum | Median | Maximum |
|------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Final M.Wt | ΛΑΒΡΑΚΙ | 1.3606 | 1.4478 | 0.0570 | 1.2600 | 10.9500 |
| | GRAVELLINE | | | | | |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 0.8040 | 0.7762 | 0.0430 | 0.6000 | 4.8800 |
| | | | | | | |
| Density | ΛΑΒΡΑΚΙ | 3.164 | 2.441 | 0.040 | 2.861 | 16.951 |
| | GRAVELLINE | | | | | |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 3.506 | 2.477 | 0.228 | 2.829 | 15.933 |
| | | | | | | |
| Av. Temp | ΛΑΒΡΑΚΙ | 19.441 | 2.937 | 13.900 | 18.000 | 27.300 |
| | GRAVELLINE | | | | | |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 19.959 | 3.308 | 11.300 | 22.500 | 23.500 |
| | | | | | | |
| Batch FCR | ΛΑΒΡΑΚΙ | 1.174 | 1.539 | 0.000 | 0.889 | 18.486 |
| | GRAVELLINE | | | | | |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 1.1951 | 0.9961 | 0.0000 | 0.9942 | 9.6372 |
| | | | | | | |
| Batch SGR | ΛΑΒΡΑΚΙ | 0.05201 | 0.03915 | 0.00000 | 0.03963 | 0.29413 |
| | GRAVELLINE | | | | | |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 0.05807 | 0.04688 | 0.00000 | 0.04730 | 0.31850 |
| | | | | | | |

Πίνακας 1 Πίνακας περιγραφικών μεγεθών

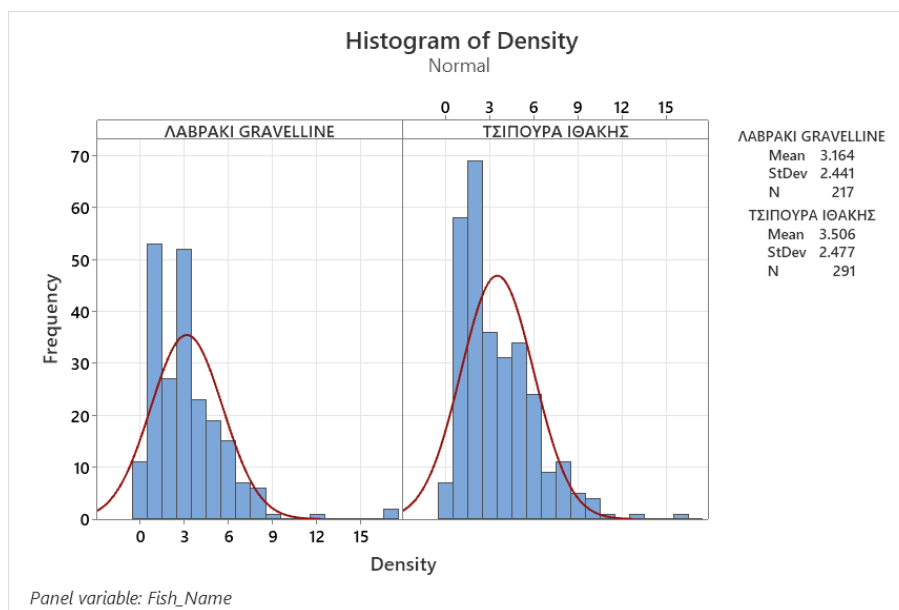
Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε πως έχουμε FCR και SGR minimum = 0 καθώς ήταν προσωρινή ενδοδιακίνηση χωρίς να υπάρχει προσθήκη τροφής στις συγκεκριμένες δεξαμενές.

Επίσης βλέπουμε τιμές θερμοκρασίας οι οποίες είναι 0 και αυτό οφείλεται σε λανθασμένες μετρήσεις. Οι τιμές αυτές αφαιρέθηκαν από την ανάλυση στην διαδικασία καθαρισμού των δεδομένων.

Στην συνέχεια, έγινε η κατασκευή ιστογραμμάτων ανά δείκτη για το κάθε είδος ψαριού ώστε να δούμε και γραφικά την φύση των δεδομένων μας.

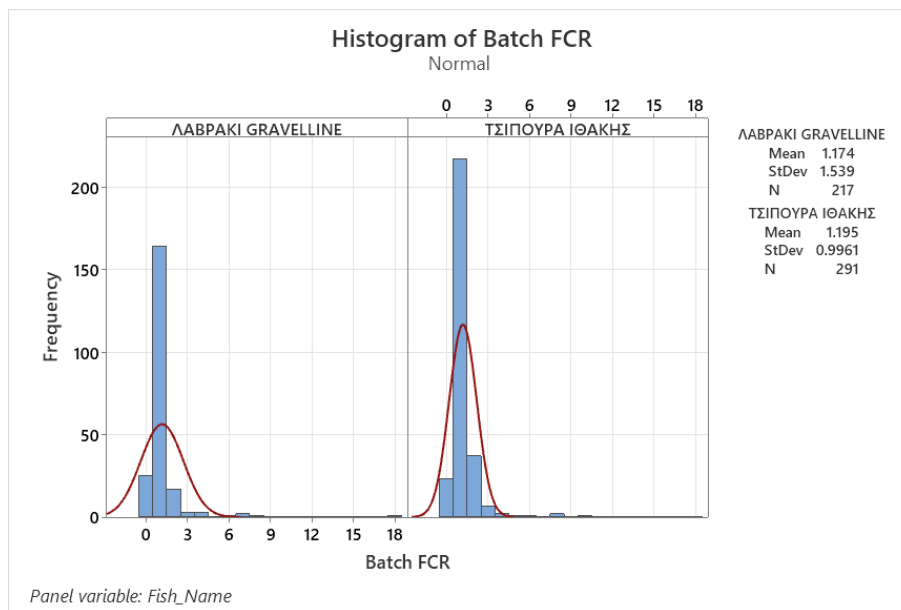
Στα γραφήματα φαίνεται και η καμπύλη της κανονικής κατανομής με την βοήθεια της οποίας μπορούμε να καταλάβουμε πως τα περισσότερα από τα δεδομένα μας παρουσιάζουν θετική ασυμμετρία. Αυτό σημαίνει πως έχουν μια δεξιά ουρά ενώ έχουν μεγάλο πλήθος δεδομένων συγκεντρωμένο στην αριστερή πλευρά των γραφημάτων. Η τυπική απόκλιση η οποία αναφέρεται στα ιστογράμματα μας δείχνει το ποσό της μεταβολής ή την διασπορά των δεδομένων. Μια χαμηλή τυπική απόκλιση υποδηλώνει ότι τα σημεία των δεδομένων τείνουν να είναι κοντά στον μέσο όρο ενώ μια υψηλή τιμή τυπικής απόκλισης υποδηλώνει ότι τα σημεία αυτά απλώνονται πάνω από ένα ευρύτερο φάσμα τιμών.

Ακολουθούν τα ιστογράμματα τα οποία και θα αναλύσουμε:



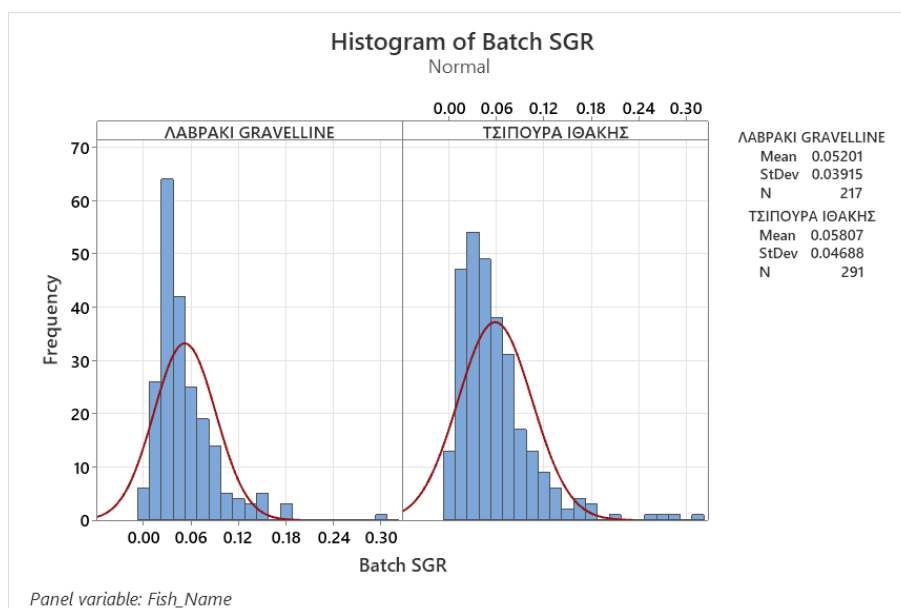
Εικόνα 6 Ιστόγραμμα πυκνότητας

Στο παραπάνω ιστόγραμμα της πυκνότητας βλέπουμε πως έχουμε μέση τιμή για το λαβράκι 3.164 και τυπική απόκλιση 2.441. Η μεγάλη αυτή τυπική απόκλιση μας δείχνει πως έχουμε τα δεδομένα μας να απλώνονται σε ένα ευρύτερο φάσμα τιμών. Για αυτό το λόγο βλέπουμε και την θετική ασυμμετρία της καμπύλης των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της τσιπούρας. Έχουμε μέση τιμή 3,506 και τυπική απόκλιση 2.477. Και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε θετική ασυμμετρία στα δεδομένα μας.



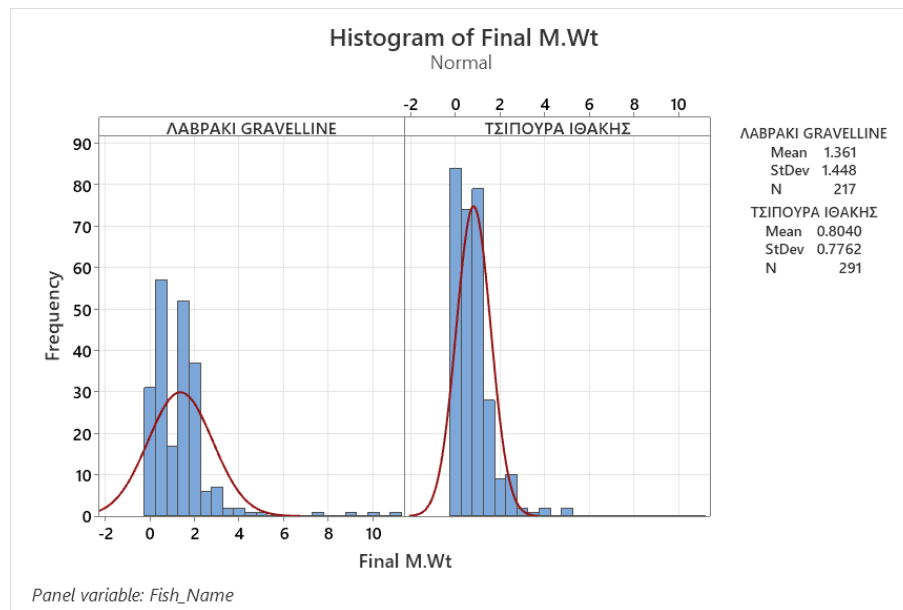
Εικόνα 7 Ιστόγραμμα FCR

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του FCR βλέπουμε πως έχουμε μέση τιμή για το λαβράκι 1.174 και τυπική απόκλιση 1.539. Η μεγάλη αυτή τυπική απόκλιση μας δείχνει πως έχουμε τα δεδομένα μας να απλώνονται σε ένα ευρύτερο φάσμα τιμών. Για αυτό το λόγο βλέπουμε και την θετική ασυμμετρία της καμπύλης των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της τσιπούρας. Έχουμε μέση τιμή 1.195 και τυπική απόκλιση 0.9961. Και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε θετική ασυμμετρία στα δεδομένα μας.



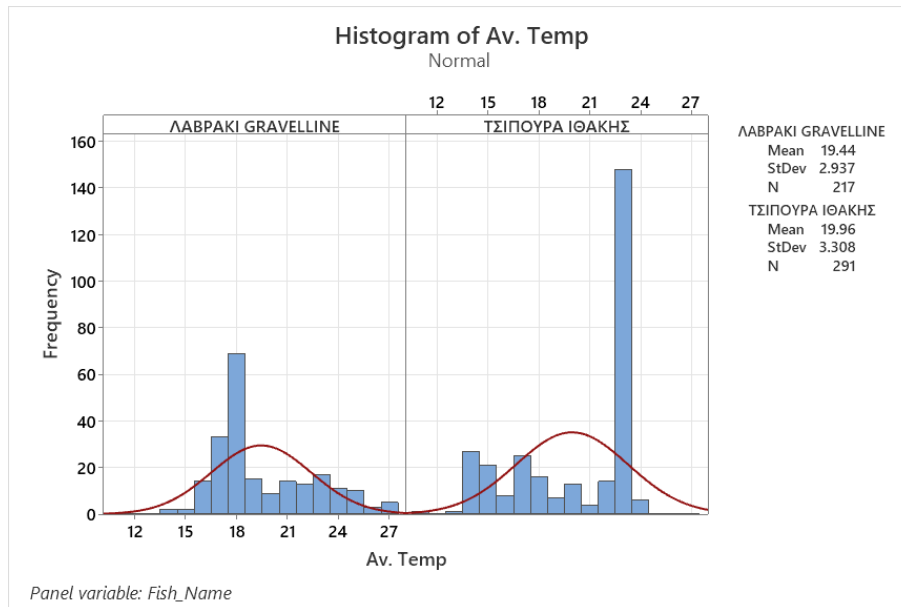
Εικόνα 8 Ιστόγραμμα SGR

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του SGR βλέπουμε πως έχουμε μέση τιμή για το λαβράκι 0.05201 και τυπική απόκλιση 0.03915. Η μεγάλη αυτή τυπική απόκλιση μας δείχνει πως και εδώ έχουμε τα δεδομένα μας να απλώνονται σε ένα ευρύτερο φάσμα τιμών. Για αυτό το λόγο βλέπουμε και την θετική ασυμμετρία της καμπύλης των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της τσιπούρας. Έχουμε μέση τιμή 0.05807 και τυπική απόκλιση 0.04688. Και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε θετική ασυμμετρία στα δεδομένα μας.



Εικόνα 9 Ιστόγραμμα Μέσου Βάρους

Στο παραπάνω ιστόγραμμα του μέσου βάρους βλέπουμε πως έχουμε μέση τιμή για το λαβράκι 1.361 και τυπική απόκλιση 1.448. Η μεγάλη αυτή τυπική απόκλιση μας δείχνει πως και εδώ έχουμε τα δεδομένα μας να απλώνονται σε ένα ευρύτερο φάσμα τιμών. Για αυτό το λόγο βλέπουμε και την θετική ασυμμετρία της καμπύλης των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της τσιπούρας. Έχουμε μέση τιμή 0.8040 και τυπική απόκλιση 0.7762. Και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε θετική ασυμμετρία στα δεδομένα μας.



Εικόνα 10 Ιστόγραμμα Μέσης Θερμοκρασίας

Στο παραπάνω ιστόγραμμα της μέσης θερμοκρασίας βλέπουμε πως έχουμε μέση τιμή για το λαβράκι 19.44 και τυπική απόκλιση 2.937. Η μεγάλη αυτή τυπική απόκλιση μας δείχνει πως και εδώ έχουμε τα δεδομένα μας να απλώνονται σε ένα ευρύτερο φάσμα τιμών. Για αυτό το λόγο βλέπουμε και την θετική ασυμμετρία της καμπύλης των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της τσιπούρας. Έχουμε μέση τιμή 19.96 και τυπική απόκλιση 3.308. Και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε θετική ασυμμετρία στα δεδομένα μας.

Στο σημείο αυτό να σημειώσουμε πως οι μηδενικές τιμές τις οποίες βλέπουμε και στα ιστογράμματα τις αφαιρέσαμε στην δημιουργία του μοντέλου παλινδρόμησης στη συνέχεια.

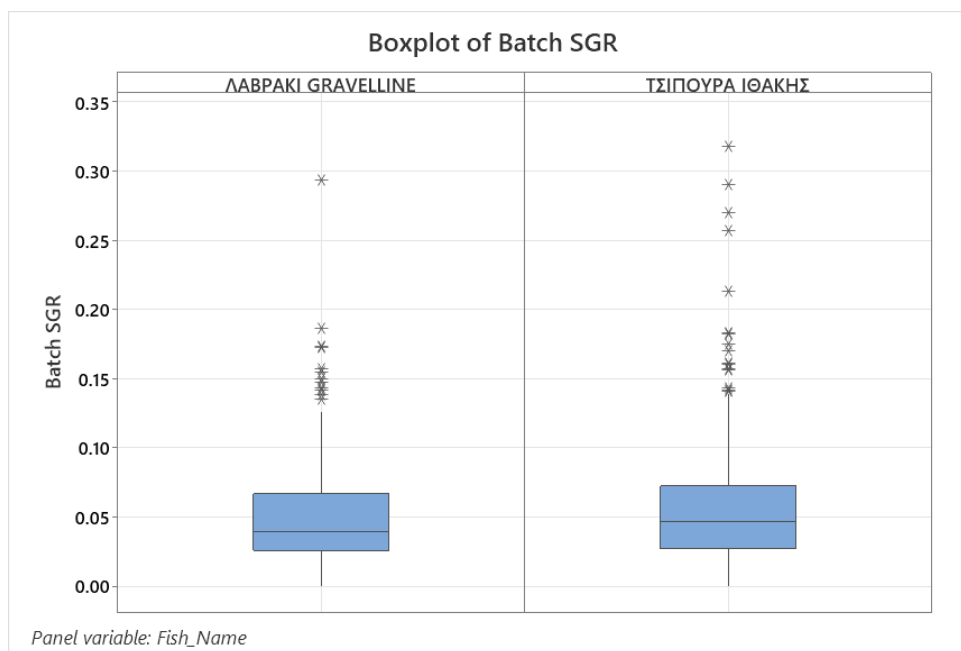
Στη συνέχεια ακολουθούν τα θηκογράμματα (boxplots) για κάθε μια από τις μεταβλητές που εξετάζουμε όπου μπορούμε να δούμε και τις ακραίες τιμές τις οποίες έχουμε στα δεδομένα μας ως outliers.

Descriptive Statistics: Batch FCR, Batch SGR, Density, Av. Temp, Final M.Wt

Statistics

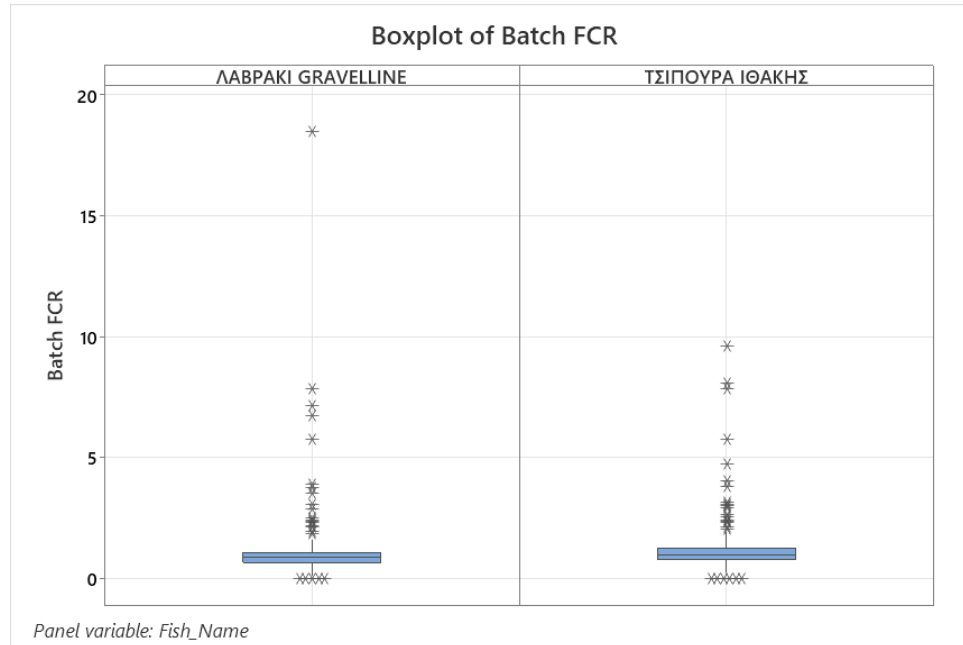
| Variable | Fish_Name | Q1 | Median | Q3 |
|------------|--------------------|---------|---------|---------|
| Final M.Wt | ΛΑΒΡΑΚΙ GRAVELLINE | 0.4100 | 1.2600 | 1.8460 |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 0.2200 | 0.6000 | 1.1100 |
| Density | ΛΑΒΡΑΚΙ GRAVELLINE | 1.293 | 2.861 | 4.210 |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 1.590 | 2.829 | 5.028 |
| Av. Temp | ΛΑΒΡΑΚΙ GRAVELLINE | 17.500 | 18.000 | 21.800 |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 17.000 | 22.500 | 22.500 |
| Batch FCR | ΛΑΒΡΑΚΙ GRAVELLINE | 0.683 | 0.889 | 1.112 |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 0.7912 | 0.9942 | 1.2618 |
| Batch SGR | ΛΑΒΡΑΚΙ GRAVELLINE | 0.02610 | 0.03963 | 0.06716 |
| | ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΙΘΑΚΗΣ | 0.02744 | 0.04730 | 0.07289 |

Πίνακας 2 Ελάχιστης – Μέγιστης τιμής & Διάμεσος των 5 περιγραφικών μέτρων για κάθε είδος



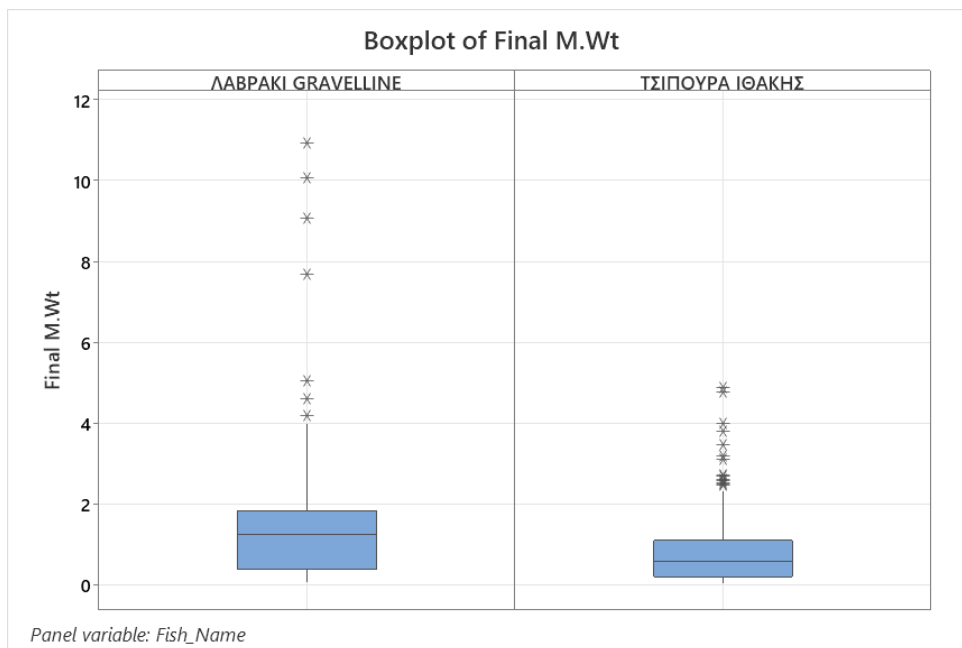
Εικόνα 11 Boxplot SGR

Στο παραπάνω θηκόγραμμα (boxplot) για το SGR βλέπουμε ότι έχουμε αρκετές ακραίες τιμές (outliers) αλλά κυρίως οι τιμές για το λαβράκι κυμαίνονται από 0.02610 έως 0.06716 και για την τσιπούρα από 0.02744 έως 0.07289.



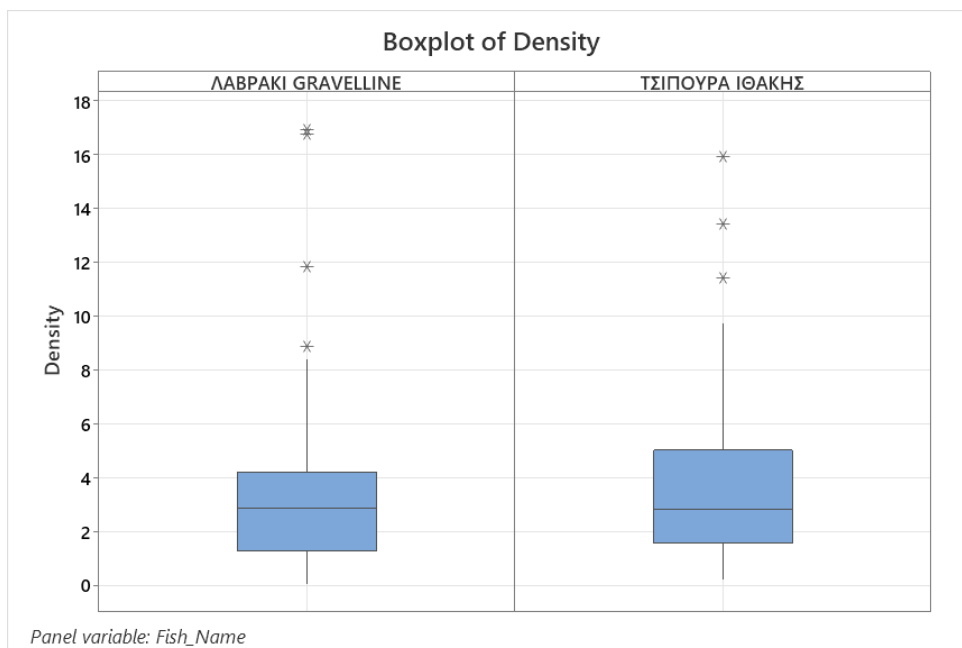
Εικόνα 12 Boxplot FCR

Στο παραπάνω θηκόγραμμα (boxplot) για το FCR βλέπουμε ότι έχουμε επίσης αρκετές ακραίες τιμές (outliers) αλλά κυρίως οι τιμές για το λαβράκι κυμαίνονται από 0.683 έως 1.112 και για την τσιπούρα από 0.7912 έως 1.2618.



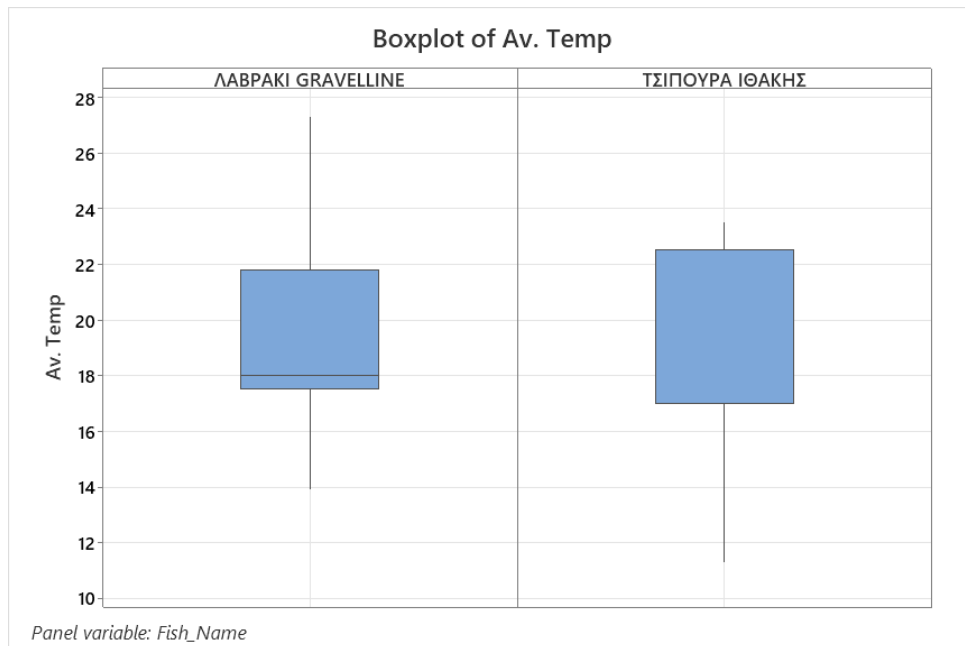
Εικόνα 13 Boxplot Μέσου βάρους

Στο παραπάνω θηκόγραμμα (boxplot) για το μέσο βάρος βλέπουμε ότι έχουμε επίσης αρκετές ακραίες τιμές (outliers) αλλά κυρίως οι τιμές για το λαβράκι κυμαίνονται από 0.4100 έως 1.8460 και για την τσιπούρα από 0.2200 έως 1.1100.



Εικόνα 14 Boxplot Πυκνότητας

Στο παραπάνω θηκόγραμμα (boxplot) για την πυκνότητα βλέπουμε ότι δεν έχουμε αρκετές ακραίες τιμές (outliers) και κυρίως οι τιμές για το λαβράκι κυμαίνονται από 1.293 έως 4.210 και για την τσιπούρα από 1.590 έως 5.028.



Εικόνα 15 Boxplot Μέσης Θερμοκρασίας

Στο παραπάνω θηκόγραμμα (boxplot) για την μέση θερμοκρασία βλέπουμε ότι δεν έχουμε ακραίες τιμές (outliers) για το λαβράκι και κυρίως οι τιμές κυμαίνονται από 17,5 έως 21,8° C. Για την τσιπούρα έχουμε ακραίες τιμές μηδενικές οι οποίες δεν συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο της παλινδρόμησης. Οι τιμές για την τσιπούρα κυμαίνονται από 17 έως 22,5° C.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα μοντέλα παλινδρόμησης που προέκυψαν ώστε να δούμε πως επηρεάζεται το SGR σε σχέση με την πυκνότητα, την μέση θερμοκρασία και το μέσο βάρος των ψαριών.

Επιλέξαμε να τρέξουμε μια πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση η οποία υποθέτει ότι η σχέση μεταξύ εξαρτημένης και μη εξαρτημένων μεταβλητών είναι γραμμική.

Για το λαβράκι έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Regression Analysis: Batch SGR versus Density, Final M.Wt, Av. Temp, Batch FCR

Regression Equation

| | | |
|-----------|---|--|
| Batch SGR | = | -0.0432 - 0.003864 Density + 0.006718 Av. Temp - 0.01180 Final M.Wt - 0.00607 Batch FCR |
|-----------|---|--|

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|------------|-----------|----------|---------|---------|------|
| Constant | -0.0432 | 0.0150 | -2.88 | 0.004 | |
| Density | -0.003864 | 0.000924 | -4.18 | 0.000 | 1.27 |
| Av. Temp | 0.006718 | 0.000771 | 8.71 | 0.000 | 1.28 |
| Final M.Wt | -0.01180 | 0.00172 | -6.88 | 0.000 | 1.54 |
| Batch FCR | -0.00607 | 0.00130 | -4.66 | 0.000 | 1.01 |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|-----------|--------|-----------|------------|
| 0.0293912 | 44.69% | 43.65% | 37.49% |

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------|-----|----------|----------|---------|---------|
| Regression | 4 | 0.147972 | 0.036993 | 42.82 | 0.000 |
| Density | 1 | 0.015095 | 0.015095 | 17.47 | 0.000 |
| Av. Temp | 1 | 0.065566 | 0.065566 | 75.90 | 0.000 |
| Final M.Wt | 1 | 0.040883 | 0.040883 | 47.33 | 0.000 |
| Batch FCR | 1 | 0.018747 | 0.018747 | 21.70 | 0.000 |
| Error | 212 | 0.183135 | 0.000864 | | |
| Lack-of-Fit | 206 | 0.183135 | 0.000889 | * | * |
| Pure Error | 6 | 0.000000 | 0.000000 | | |
| Total | 216 | 0.331107 | | | |

Από τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε πως το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (SGR) το οποίο ερμηνεύεται από τη διακύμανση των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (FCR, θερμοκρασία, μέσο βάρος, πυκνότητα) είναι ίσο με 44.7% περίπου ($R-sq = 44.69\%$). Ο συντελεστής αυτός ονομάζεται συντελεστής προσδιορισμού και υποδεικνύει την ποιότητα προσαρμογής της γραμμικής παλινδρόμησης. Στα συγκεκριμένα δεδομένα η προσαρμογή του μοντέλου κρίνεται μέτρια.

Η γραμμή παλινδρόμησης που έχει εκτιμηθεί θεωρείται στατιστικώς σημαντική καθώς $F(1, 212) = 42.82$ και $p < 0.001$. Αυτό σημαίνει ότι τουλάχιστον μια από τις ερμηνευτικές (ανεξάρτητες) μεταβλητές επηρεάζει την μεταβλητή απόκρισης (εξαρτημένη μεταβλητή).

Από τον πίνακα των Coefficients βλέπουμε ότι η μέση θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του SGR ($p\text{-value} < 0.001$) ενώ το SGR επηρεάζεται επιπλέον από την πυκνότητα ($p\text{-value} < 0.001$), το μέσο βάρος ($p\text{-value} < 0.001$) και το FCR ($p\text{-value} < 0.001$).

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα η εξίσωση παλινδρόμησης (ή αλλιώς το γραμμικό μοντέλο) για το λαβράκι είναι η:

| | | |
|-----------|---|--|
| Batch SGR | = | -0.0432 - 0.003864 Density + 0.006718 Av. Temp - 0.01180 Final M.Wt - 0.00607 Batch FCR |
|-----------|---|--|

Για την τσιπούρα έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Regression Analysis: Batch SGR versus Density, Final M.Wt, Av. Temp, Batch FCR

Regression Equation

| | | |
|-----------|---|---|
| Batch SGR | = | -0.0332 - 0.00639 Density + 0.006625 Av. Temp - 0.01189 Final M.Wt - 0.00750 Batch FCR |
|-----------|---|---|

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|------------|----------|----------|---------|---------|------|
| Constant | -0.0332 | 0.0140 | -2.37 | 0.018 | |
| Density | -0.00639 | 0.00136 | -4.71 | 0.000 | 2.66 |
| Av. Temp | 0.006625 | 0.000676 | 9.80 | 0.000 | 1.18 |
| Final M.Wt | -0.01189 | 0.00423 | -2.81 | 0.005 | 2.54 |
| Batch FCR | -0.00750 | 0.00211 | -3.56 | 0.000 | 1.04 |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|-----------|--------|-----------|------------|
| 0.0351034 | 44.70% | 43.92% | 42.50% |

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------|-----|----------|----------|---------|---------|
| Regression | 4 | 0.284832 | 0.071208 | 57.79 | 0.000 |
| Density | 1 | 0.027349 | 0.027349 | 22.19 | 0.000 |
| Av. Temp | 1 | 0.118318 | 0.118318 | 96.02 | 0.000 |
| Final M.Wt | 1 | 0.009728 | 0.009728 | 7.89 | 0.005 |
| Batch FCR | 1 | 0.015588 | 0.015588 | 12.65 | 0.000 |
| Error | 286 | 0.352423 | 0.001232 | | |
| Lack-of-Fit | 272 | 0.352423 | 0.001296 | * | * |
| Pure Error | 14 | 0.000000 | 0.000000 | | |
| Total | 290 | 0.637255 | | | |

Από τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε πως το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (SGR) το οποίο ειρηνεύεται από τη διακύμανση των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (FCR, θερμοκρασία, μέσο βάρος, πυκνότητα) είναι ίσο με 44.70% ($R^2=44,70\%$). Ο συντελεστής αυτός ονομάζεται συντελεστής προσδιορισμού και υποδεικνύει την ποιότητα προσαρμογής της γραμμικής παλινδρόμησης. Στα συγκεκριμένα δεδομένα η προσαρμογή του μοντέλου κρίνεται μέτρια.

Η γραμμή παλινδρόμησης που έχει εκτιμηθεί θεωρείται στατιστικώς σημαντική καθώς $F(1, 286) = 57.79$ και $p < 0.001$. Αυτό σημαίνει ότι τουλάχιστον μια από τις ερμηνευτικές (ανεξάρτητες) μεταβλητές επηρεάζει την μεταβλητή απόκρισης (εξαρτημένη μεταβλητή).

Από τον πίνακα των Coefficients βλέπουμε ότι το SGR επηρεάζεται από την πυκνότητα ($p\text{-value} < 0.001$), τη μέση θερμοκρασία ($p\text{-value} < 0.001$), το μέσο βάρος ($p\text{-value} = 0.005$) και το FCR ($p\text{-value} < 0.001$).

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα η εξίσωση παλινδρόμησης (ή αλλιώς το γραμμικό μοντέλο) για την τσιπούρα είναι η:

| | | |
|-----------|---|---|
| Batch SGR | = | -0.0332 - 0.00639 Density + 0.006625 Av. Temp - 0.01189 Final M.Wt - 0.00750 Batch FCR |
|-----------|---|---|

6. Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας όλα τα παραπάνω είμαστε σε θέση να αναφέρουμε ότι ο κλάδος των ιχθυοκαλλιεργειών αποτελεί ένα μεγάλο ποσοστό της παγκόσμιας οικονομίας. Τα κυριότερα είδη εκτροφής στις ιχθυοκαλλιέργειες στην Ελλάδα είναι η τσιπούρα και το λαβράκι. Έτσι, γεννήθηκε η ανάγκη για μια περαιτέρω διερεύνηση για τον ρυθμό ανάπτυξης αυτών των δύο ειδών ψαριών. Καθώς, και πως ο ρυθμός ανάπτυξης επηρεάζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος για την αγορά.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τον ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών, συνεπώς και την ποιότητα. Τα ψάρια που έχουν διαθέσιμη τροφή αναπτύσσονται ταχύτερα σε σχέση με τα ψάρια που έχουν έλλειψη της τροφής. Ένας ακόμη παράγοντας που είναι σημαντικός για την ανάπτυξη είναι η γενετική μορφολογία, όπως το φύλο, το είδος και η περίοδος αναπαραγωγής. Επιπλέον, οι συνθήκες περιβάλλοντος επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον ρυθμό ανάπτυξης. Παρατηρείται καλύτερος ρυθμός ανάπτυξης όταν έχουμε κατάλληλες θερμοκρασίες νερού, καλή ποιότητα νερού, πληθώρα αποθέματος τροφής και μικρό πλήθος ψαριών μέσα σε ένα περιορισμένο χώρο.

Πιο συγκεκριμένα, ένας αργός ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ένα ψάρι το οποίο μπορεί να αναπτύσσεται αργά μπορεί να επηρεάσει την σωματική δομή των ιστών του, με αποτέλεσμα το κρέας να γίνεται πιο σκληρό και να μην έχει ωραία γεύση. Όταν το μέγεθος και το βάρος του δεν συμβαδίζει με την ηλικία του οδηγεί στην μείωση της οικονομικής απόδοσης της παραγωγής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι με τον αργό ρυθμό ανάπτυξης μπορούν να προκληθούν προβλήματα στην ανοσοποιητική απόκριση των ιχθύων και να καταλήξουν πιο ευαίσθητα σε ποικίλες ασθένειες, αυτό συνεπάγεται με την αύξηση της χρήσης φαρμακευτικών ουσιών. Τέλος, ο αργός ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να προκαλέσει δυσμορφίες και πολλές φορές το προϊόν να καταλήγει στα deform προϊόντα ή και στα waste προϊόντα που είναι ακατάλληλα να κυκλοφορήσουν στην αγορά.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω στατιστικής ανάλυσης των διαθέσιμων δεδομένων υποδεικνύουν μια σχέση εξάρτησης ανάμεσα στους δείκτες FCR, Μέση θερμοκρασία, Πυκνότητα και το Μέσο βάρος καθώς επηρεάζουν τον ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών.

Το εκτιμώμενο μοντέλο για το λαβράκι υποδεικνύει ότι όταν η πυκνότητα είναι αυξημένη κατά μια μονάδα και παραμείνουν σταθερά το μέσο βάρος, η μέση θερμοκρασία και το FCR τότε το SGR αναμένεται να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.003864 μονάδες. Αντίστοιχα αν αυξηθεί κατά μια μονάδα το μέσο βάρος και παραμείνουν σταθερά η πυκνότητα, μέση θερμοκρασία και το FCR τότε το SGR αναμένεται να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.01180 μονάδες, αν αυξηθεί κατά μια μονάδα το FCR με την πυκνότητα, τη μέση θερμοκρασία και το μέσο βάρος σταθερά αναμένεται το SGR να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.00607 μονάδες και τέλος αν αυξηθεί κατά μια μονάδα η μέση θερμοκρασία με την πυκνότητα, το FCR και το μέσο βάρος σταθερά αναμένεται το SGR να είναι κατά μέσο όρο αυξημένο κατά 0.006718 μονάδες.

Το εκτιμώμενο μοντέλο για την τσιπούρα υποδεικνύει ότι όταν η πυκνότητα είναι αυξημένη κατά μια μονάδα και παραμείνουν σταθερά το μέσο βάρος, η μέση θερμοκρασία και το FCR τότε το SGR αναμένεται να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.00639 μονάδες. Αντίστοιχα αν αυξηθεί κατά μια μονάδα το μέσο βάρος και παραμείνουν σταθερά η πυκνότητα, μέση θερμοκρασία και το FCR τότε το SGR αναμένεται να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.01189 μονάδες, αν αυξηθεί κατά μια μονάδα το FCR με την πυκνότητα, τη μέση θερμοκρασία και το μέσο βάρος σταθερά αναμένεται το SGR να είναι κατά μέσο όρο μειωμένο κατά 0.00750 μονάδες και τέλος αν αυξηθεί κατά μια μονάδα η μέση θερμοκρασία με την πυκνότητα, το FCR και το μέσο βάρος σταθερά αναμένεται το SGR να είναι κατά μέσο όρο αυξημένο κατά 0.006625 μονάδες.

Όσον αφορά την μετατρεψιμότητα της τροφής σε βιομάζα φαίνεται το λαβράκι να έχει καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με την τσιπούρα καθώς οι τιμές που κυμαίνονται είναι από 0.7912 έως 1.2618 και από 0.683 έως 1.112 αντίστοιχα για το κάθε είδος, όσο μικρότερος είναι ο δείκτης FCR τόσο καλύτερα αποτελέσματα έχουμε στον ρυθμό ανάπτυξης. Επιπλέον, είναι φανερό ότι η πυκνότητα μέσα στις δεξαμενές είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα να κυμαίνονται για λαβράκι από 1.293 έως 4.210 και για την τσιπούρα από 1.590 έως 5.028. Το μέσο βάρος των δεξαμενών για τα δύο είδη είναι για το λαβράκι από 0.4100 έως 1.8460 και για την τσιπούρα από 0.2200 έως 1.1100, με το λαβράκι να έχει καλύτερο μέσο βάρος. Η μέση θερμοκρασία των δεξαμενών είναι περίπου παρόμοια και για τα δύο είδη και αυτό συμβαίνει γιατί πρέπει

να είναι κοντά σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι μηδενικές τιμές οι οποίες παρατηρήθηκαν στα ιστογράμματα τις αφαιρέσαμε στην δημιουργία του μοντέλου παλινδρόμησης.

7. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Bartolino, V., Ciannelli, L., Bacheler, N. M., & Chan, K.-S. (2011).
Ontogenetic and sex-specific differences in density-dependent habitat
selection of a marine fish population. *Ecology*, 92(1), 189–200.
<https://doi.org/10.1890/09-1129.1>
2. *Dicentrarchus labrax*, European seabass: Fisheries, aquaculture, gamefish.
Ανακτήθηκε 24 Μάιος 2023, από
<https://fishbase.mnhn.fr/summary/Dicentrarchus-labrax.html>
3. FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability
in Action Rome., pp 1 – 208.
4. *Features—Minitab*. (2014, Ιούνιος 25).
[https://web.archive.org/web/20140625005101/http://www.minitab.com/en-
us/products/minitab/features/](https://web.archive.org/web/20140625005101/http://www.minitab.com/en-us/products/minitab/features/)
5. Follana-Berná, G., Arechavala-Lopez, P., Ramirez-Romero, E., Koleva, E.,
Grau, A., & Palmer, M. (2022). Mesoscale assessment of sedentary coastal
fish density using vertical underwater cameras. *Fisheries Research*, 253,
106362. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106362>
6. Grigorakis, K. (2007). Compositional and organoleptic quality of farmed and
wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and
factors affecting it: A review. *Aquaculture*, 272(1–4), 55–75.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.062>
7. Lem, A. (2007), “Seafood production and international trade: global trends”,
paper presented at the Marketing of Seafood Products: Trends and Challenges
Workshop, Zaragoza, 12-16 November

8. Li, L., Shen, Y., Yang, W., Xu, X., & Li, J. (2021a). Effect of different stocking densities on fish growth performance: A meta-analysis. *Aquaculture*, 544, 737152.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737152>
9. Martin, R., 1988. Contaminants in relation to the quality of seafoods. *Food Technol.* 42, 104
10. Rojo, I., Sánchez-Carnero, N., Anadón, J. D., & García Charton, J. A. (2022). Habitat selection of high trophic-level predatory fishes in protected and unprotected areas: The effects of density and maturity stage. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 274, 107954.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107954>
11. Santurtun, E., Broom, D., & Phillips, C. (2018). A review of factors affecting the welfare of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Animal Welfare*, 27(3), 193–204.
<https://doi.org/10.7120/09627286.27.3.193>
12. *Sparus aurata, Gilthead seabream: Fisheries, aquaculture, gamefish.*
Ανακτήθηκε 24 Μάιος 2023, από
<https://fishbase.mnhn.fr/summary/Sparus-aurata.html>
13. Stevens, C. H., Croft, D. P., Paull, G. C., & Tyler, C. R. (2017). Stress and welfare in ornamental fishes: What can be learned from aquaculture?: stress and welfare in ornamental fishes. *Journal of Fish Biology*, 91(2), 409–428.
<https://doi.org/10.1111/jfb.13377>
14. Wagner, B. A., & Young, J. A. (2009). Seabass and seabream farmed in the Mediterranean: Swimming against the tide of market orientation. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), 435–446.
<https://doi.org/10.1108/13598540910995219>

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Κόκκινος Γ., (2011), Παράλληλοι αλγόριθμοι εξόρυξης γνώσης από βάσεις δεδομένων με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης.
<https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/14399/1/KokkinosIoannisMsc2011.pdf>
2. Κουτρουβέλης, Ι. (1999). *Πιθανότητες και στατιστική I*: Τόμος Α. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
3. Κουτρουβέλης, Ι. (1999). *Πιθανότητες και στατιστική II*: Τόμος Β. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.