

Αρ. ΓΙΟ. 531

279000-038

ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΩΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

" ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ
ΨΑΡΙΩΝ ΤΩΝ ΓΛΥΚΩΝ ,ΑΛΜΥΡΩΝ ΚΑΙ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ
ΥΔΑΤΩΝ "

Της σπουδάστριάς:
Βέργου Ασημίνα

Εισηγητής
[Handwritten Signature]

Εισηγητής:
Ν.Γ. Βλάχος
εκτ.εκπλίκος



Μεσολόγγι 1996

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ | 5 |
| 2.1 ΥΓΡΑΣΙΑ..... | 5 |
| 2.2 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΪΝΑΣ..... | 6 |
| 2.4 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΓΕΝΝΗΤΙΚή ΩΡΙΜΑΝΣΗ | 7 |
| 2.5 ΣΧΕΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ - ΛΙΠΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΝΕΡΟΥ - ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ. | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΦΡΑ | 8 |
| 3.1 Τέφρα - Πείνα - ΕΞΟΚΥΤΤΑΡΙΚά ΥΓΡά | 8 |
| 3.4. ΣΧέση ΝΑ ΚΑΙ Κ..... | 10 |
| 3.5. ΣΧέση Τέφρας και Πρωτεΐνης, ΚΥΡΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ..... | 10 |
| 3.6 ΦΩΣΦΟΡΟΣ..... | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ | 13 |
| 4.1 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ | 13 |
| 4.2 Υ/Α ΚΑΙ ΠΕΪΝΑ..... | 13 |
| 4.3 Υ/Α ΚΑΙ ΓΕΝΝΗΤΙΚή ΩΡΙΜΑΝΣΗ..... | 15 |
| 4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦής ΜΕ Υ/Α ΣΤΟΥΣ Υ/Α ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ. | 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ | 17 |
| 5.1 ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΚΑΙ ΠΕΪΝΑ | 19 |
| 5.2 ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦή | 20 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΛΙΠΙΔΙΑ..... | 22 |
| 6.1 ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚή ΔΙΑΝΟΜή | 22 |
| 6.2 ΛΙΠΙΔΙΑ - ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ- ΗΛΙΚΙΑ -ΑΝάΠΤΥΞΗ. | 22 |
| 6.3 ΔΙΑΦΟΡΈΣ άΓΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΛΙΠΙΔΙΑ, ΑΛΛά ΚΑΙ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚά. | 25 |
| 6.4 ΛΙΠΙΔΙΑ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΠΟΧΙΑΚή ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ..... | 26 |
| 6.5 ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΑΙ ΨάΡΙΑ ΕΥΡΥΑΛΑ ΣΕ ΓΛΥΚΟ ή ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ. | 29 |
| 6.6 ΛΙΠΙΔΙΑ ΨΑΡΙΩΝ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝά ΨάΡΙΑ. | 30 |
| 6.7 ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΑΙ ΠΕΪΝΑ | 32 |
| 6.8 ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΑΙ ΓΕΝΝΗΤΙΚή ΩΡΙΜΑΝΣΗ..... | 32 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.9 ΑΛΛΗΛΟΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ..... | 37 |
| 6.10 ΣΥΝΘΕΣΗ ΛΙΠΙΔΙΩΝ - ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ. | 39 |
| 6.11 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ. | 40 |
| 6.13 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΣΤΑ ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ. | 41 |
| 6.14 PROXIMATE COMPOSITION ΨΑΡΙΩΝ ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ. | 42 |
| 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 44 |
| ΜΕΡΟΣ Β: ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΨΑΡΙΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΝΩΝ ΚΑΙ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ ΥΔΑΤΩΝ..... | |
| 1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ..... | 46 |
| 2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΒΙΟΤΟΠΟΥ - ΨΑΡΟΤΟΠΟΥ..... | 47 |
| 3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΪΝΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ..... | 48 |
| 4. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ. | 49 |
| 5.1 ΕΙΔΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ. | 50 |
| 5.1.1 Χονδροιχθύες (ελασματοβράγχιοι ιχθύες)..... | 50 |
| 5.1.2 Τελεόστεοι οστειχθύες..... | 51 |
| 6. ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ..... | 51 |
| 6.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ..... | 52 |
| 6.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ή ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ. | 52 |
| 6.3 ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ, ΓΕΝΝΗΤΙΚΗ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ. | 54 |
| 6.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ..... | 55 |
| 7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΪΝΑΣ..... | 62 |
| 7.1 ΤΟ ΑΖΩΤΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ..... | 63 |
| 7.2 ΜΗ ΠΡΩΤΕΪΝΙΚΟ ΑΖΩΤΟ | 63 |
| 7.3 ΠΡΩΤΕΪΝΙΚΟ ΑΖΩΤΟ..... | 64 |
| 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 65 |
| 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 69 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα βιβλιογραφική εργασία περιλαμβάνει όσες εργασίες κατέσται δυνατή η ανεύρεσή των, με την περιορισμένη εμπειρία που διαθέτουμε και τις αντικειμενικές δυσκολίες που υπήρξαν. Εργασίες που έγιναν όχι απλά από θεωρητική άποψη, αλλά και με πρακτική σημασία, γιατί η γνώση της χημικής σύστασης των ψαριών τόσο του γλυκού, όσο και του αλμυρού και υφάλμυρου νερού έχει σαν σκοπό την παροχή πληροφοριών

⊗ Για την κατάρτιση κατάλληλων από βιολογικής πλευράς υπηρεσιών.

⊗ Για την διαιτητική αξία των ψαριών ως τροφή και σε σύγκριση και με άλλες πηγές ζωικών πρωτεϊνών.

⊗ Για την εξέλιξη και τη συστηματική κατάσταση των ψαριών.

⊗ Για την φάση του κύκλου ζωής των.

⊗ Για την επίδραση των περιβαλλοντολογικών συνθηκών και κυρίως της διατροφής, θερμοκρασίας, αλατότητας και τέλος για τον καθορισμό των πλέον ευνοϊκών συνθηκών εκτροφής των.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την Χημική σύσταση των ψαριών είναι πολυάριθμοι και διακρίνονται σε

1. Φυσικούς ή εξωτερικούς που έχουν σχέση με την γενετική μορφολογία, φυσιολογία, φύλο και σεξουαλική ωριμότητα και

2. Περιβαλλοντολογική ή εξωτερικοί σχετιζόμενοι με τις συνθήκες διαβίωσης και κυρίως την διατροφή, αλατότητα, θερμοκρασία, στρές.

Τα ψάρια του γλυκού νερού συνεχίζουν να αποτελούν σημαντική πηγή άντλησης ζωικών πρωτεϊνών και για ορισμένους λαούς (κυρίως της Απω Ανατολής) σοβαρή πηγή για λόγους παράδοσης, ευκολίας εκτροφής και χαμηλού κόστους. Οι πρώτες εργασίες αναφέρονται στα τέλη του περασμένου αιώνα, με τη πάροδο του χρόνου κασι την εξέλιξη της επιστήμης και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, σήμερα θα μπορούσε να

υποστηρίζει κάποιος, όπτι δεν υπάρχει αδιερεύνητο χημικό συστατικό του σώματος αυτών των ψαριών, όχι μόνο στους στερεούς ιστους των διαφόρων οργάνων (συκώτι, εγκέφαλος, οστά, νεφρά, γονάδες, κ.λ.π) καθώς και σε υγρούς ιστούς (αίμα, γεννητικά υγρά , εξωκυτταρικά υγρά κ.λ.π).

Στην χημεία των ψαριών το πειραματικό ποντίκι των πανεπιστημίων αντικαταστάθηκε με το χρυσόψαρο *Carassius auratus* όχι για λόγους ουσιαστικού οικονομικού ενδιαφέροντος, αλλά γιατί είναι φθηνή η διατηρησή του και εύκολη η προσαρμογή του καθώς επίσης και είναι διαθέσιμο στην αγορά. Φυσικά το μεγαλύτερο βάρος της έρευνας εντοπίσθηκε σε δυο σημαντικότερα από άποψη τεχνικής εκτροφής ψάρια, την πέστροφα και τον κοινό κυπρίνο (*Salmo gairdneri* & *Cyprinus carpio*) κυρίως από Ασιάτες ερευνητές, ενώ ο σολομός (*Salmo* sp, *Onchorhynchus* sp) από Ευρωπαίους και Αμερικάνους ερευνητές. Το χέλι επίσης αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας, κυρίως Ιαπώνων.

Επειδή τα ψάρια δεν είναι νεκρή ύλη ώστε να έχουν σταθερή χημική σύσταση, αλλά επηρεάζεται αυτή από τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν, επόμενο είναι οι έρευνες που έχουν γίνει να συσχετίζουν τις μεταβολές των παραγόντων αυτών.

Στην εργασία μας αυτή χρονικά περιλάβαμε όλες τις σχετικές αναφορές με το θέμα έρευνας που έχουν δημοσιευθεί από το 1970 και έπειτα χρησιμοποιώντας σαν κύρια πηγή την χημική βιολογία των ψαριών. Πρέπει να αναφέρουμε επίσης ότι για κάποιο χρονικό διάστημα είχαμε και κυρίως από τη δεκαετία 70 - 80 είχαμε ελάχιστες εργασίες στην διαθεσή μας. Αξιολογώντας τον όγκο όλων των εργασιών που έχουν δημοσιευθεί αναφέρουμε μόνο όσες κρίναμε ότι δεν ξεπερνούν τα όρια των κυρίων συστατικών του σώματος των ψαριών όπως (υγρασία, πρωτεΐνες, λιπίδια, στάχτη και υδατάνθρακες είτε στο συνολό τους είτε μεμονωμένα, είτε συνδυάζοντας όλες τις συσχετίσεις μεταξύ των.

2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

2.1 ΥΓΡΑΣΙΑ

Οι Parker & Vastone έδειξαν ότι ο ροζ σολομός δείχνει μείωση στο περιεχόμενο στο σώμα νερό με την ανάπτυξη. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και άλλοι ερευνητές. (Munz & Morris , Papoutsoglou et al)

Έτσι λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί κατ'αναλογία με τις μετρήσεις στα θηλαστικά ότι τα ψάρια στη νεαρή φάση, όπου τα κύτταρα πολλαπλασιάζονται, έχουμε μια μεγαλύτερη αναλογία εξωκυτταρικού διαστήματος, που προκαλεί μεγαλύτερη αναλογία νερού, Na και Cl και όλα αυτά ελαττώνονται καθώς το ψάρι μεγαλώνει.

Όταν ο αριθμός των κυττάρων φθάσει σ'ένα σταθερό αριθμό, το περιεχόμενο νερό σταθεροποιείται, αλλά τα μικρότερα σε μέγεθος ψάρια περιέχουν ακόμη περισσότερο Na από τα μεγαλύτερα πιθανώς λόγω μικρότερων κυττάρων. Ο Mishvelon μελέτησε την σχέση περιεχόμενου στο σώμα του κυπρίνου νερό κάτω από διαφορετικές θερμοκρασίες και για δυο διαφορετικά είδη(σε σχέση πάντα με τα λέπια).

Κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

⊗ Το περιεχόμενο στους ιστούς νερό είναι υψηλότερο στα νεαρά άτομα σε σχέση με τα μεγάλα και διетύπωσε μάλιστα την παραβολική εξίσωση:

$$Y = a/x + \beta$$

όπου: Y : περιεχόμενη υγρασία %.

X: Βάρος ψαριού (σε gr).

a,β συντελεστές , και μάλιστα η υπερβολική καμπύλη (απώλεια νερού ήταν πιο απότομη στα νεαρά άτομα).

⊗ Σε ψάρια ιδίου μεγέθους στην χαμηλότερη θερμοκρασία είχαμε υψηλότερη υγρασία στο σώμα 78,2% ενώ σε θερμοκρασία 21,1°C είχαμε υγρασία 73,4%. Κατά την γνώμη μας αυτό οφείλεται στο ότι η χαμηλότερη θερμοκρασία συνεπάγεται λιγότερη κατανάλωση τροφής και συνεπώς χρησιμοποίηση σαν πηγή ενέργειας των λιπιδίων του οργανισμού, με αποτέλεσμα την αύξηση του νερού, λόγω της αντίστροφης όπως θα δούμε σχέσης νερού - λίπους.

⊗ Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην υγρασία ανάμεσα στα δυο είδη και συνεπώς η παρουσία των λιπιδίων δεν επηρεάζει την υγρασία.

2.2 Υγρασία σώματος υπό συνθήκες πείνας

Μια αύξηση του νερού των ιστών κατά την διάρκεια πείνας, γεγονός που αποδίδεται στην χρησιμοποίηση των λιπιδίων του σώματος για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και αντικατάστασή των από νερό. Σχετικές εργασίες έγιναν στην πέρκα που το νερό διαφόρων ιστών αυξήθηκε σωματικά μετά από 6 -μηνη ασιτία. Επίσης ερευνητές διαπίστωσαν ότι στον σολομό το νερό του σωματός του αυξήθηκε κατά την περίοδο της μετανάστευσης του ενάντια στο ρεύμα του ποταμού (και συνεπώς δεν τρεφόταν), αλλά ήταν μια σχέση λίπους -νερού και το άθροισμα των συστατικών παρέμεινε στο 60% περίπου. Σ'αυτά τα λιπαρά είδη το περιεχόμενο νερό ποτέ δεν φαίνεται να αυξάνει πάνω από 80% όπως μπορεί να συμβεί στα μη λιπαρά.

Έτσι ο Sorvachen μέτρησε αλυξηση στο περιεχόμενο νερό σε μυς του κυπρίνου σε 88% μετά από ασιτία 3 μηνών περίπου μέσα σε ενυδρείο και θερμοκρασία 12-15°C. Μετά από 8 μήνες στους 20°C το περιεχόμενο νερό του κυπρίνου αυξήθηκε από 78,9% σε 91% και αυτό-του χρυσόψαρου αυξήθηκε από 78,9% σε 93,3% μετά από πείνα 105 ημερών σε 27C.

2.4 Υγρασία σώματος και γεννητική ωρίμανση

Η ανάπτυξη των γονάδων γίνεται συχνά, με δαπάνη των πρωτεϊνών της τροφής οι οποίες φαίνεται να είναι ανεπαρκής για να καλύψουν τις πελώριες ανάγκες που δημιουργούν τα γεννητικά όργανα καθώς ωριμάζουν τα αυγά και το σπέρμα. Στα μη λιπαρά ψάρια η όλη διαδικασία μπορεί να παρατηρηθεί από τον προσδιορισμό του νερού. Καθώς μετακινούνται οι πρωτεΐνες από τους μυς στις γονάδες, το περιεχόμενο νερό αυξάνει σταθερά. Αυτός είναι ένας δείκτης διερεύνησης του σταδίου ωρίμανσης του ψαριού.

2.5 Σχέσεις νερού - λιπιδίων και νερού - πρωτεϊνών.

Για κάθε είδος η συνολική ποσότητα νερού και λίπους είναι μια σταθερή τιμή. Αυτό μπορεί να τυποποιηθεί τόσο ώστε να υπάρχει μια ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας του νερού και των λιπών στο κρέας των ψαριών. Φαίνεται ότι αυτό ισχύει όχι μόνο για όλο το σώμα αλλά και για περιοχές του.

Χρησιμοποιώντας υπολογισμούς συσχέτισης δημιούργησαν παλινδρομικές γραμμές λιπών -νερού οι οποίες χρησιμοποιούνται για εμπορικούς σκοπούς σαν νομόγραμμα. Συνεπώς απαιτείται μια αξιόπιστη ανάλυση του περιεχομένου νερού για να υπολογιστεί αμέσως το περιεχόμενόλιπος, με ένα υψηλό δείκτη ακριβείας. Τέτοιες σχέσεις εφαρμόστηκαν στα ψάρια κυπρίνος, πέρκα, πέστροφα της λίμνης.

Μια ορισμένη σχέση από άλλη φύση υπάρχει ανάμεσα στο νερό και την πρωτεΐνη, που έχουν επίσης δημιουργηθεί παλινδρομικές γραμμές πρωτεΐνης νερού. Περισσότερα στοιχεία για τις συσχετίσεις μεταξύ αυτών των συστατικών παρατίθενται στο κεφάλαιο περί λιπών.

3. ΤΕΦΡΑ

Οι σχετικές αναλογίες των διαφορετικών ιόντων στα ψάρια δεν αλλάζουν σοβαρά σύμφωνα με την περισταση. Η συνολική περιεχόμενη τέφρα στα διάφορα όργανα των ψαριών δεν εμφανίζεται να ποικίλει σοβαρά και κυμαίνεται περίπου στο 1%. Μόνο τα λέπια είναι πλουσιότερα σε στάχτη και οι Qudrat et al έδωσαν τιμή 36% σε ξηρό βάρος για το *Barbus puntics*. Όπως είναι γνωστό τα ψάρια του γλυκού νερού για λόγους προσαρμογής και διαβίωσης παράγουν περισσότερα ούρα απ'ότι παράγουν τα θαλασσινά.

Αναμένεται λοιπόν ότι η περιεχόμενη τέφρα στα ψάρια του γλυκού νερού να είναι χαμηλότερη από τα θαλασσινά, πράγμα που δεν συμβαίνει. Στο σύνολο η ποσότητα των ανοργάνων υλικών στους στερεούς ιστούς του σώματος είναι η ίδια και στις δυο περιπτώσεις, αν και ιχνοστοιχεία όπως το Br., Jr., Li., Str και Cu είναι σε λιγότερες συγκεντρώσεις στα ψάρια του γλυκού νερού.

Έρευνες έδειξαν ότι η συνολική ιοντική σύνθεση στο πλάσμα του κορεγόνου είναι το 1/4 του θαλασσινού νερού και σαφώς μικρότερη (70%) της Σμέρνας.

3.1 Τέφρα - πείνα - εξωκυτταρικά υγρά

Αναφέρεται ότι η τέφρα στους μυς μειώνεται σταθερά κατά την διάρκεια της πείνας μη λιπαρών ψαριών, από την στιγμή που το περιεχόμενο νερό έχει αυξηθεί στην τέφρα του *Salvelinus fontinalis* κατά την διάρκεια της πείνας, η οποία όμως εμφανίστηκε διότι αναλύθηκε όλο το ψάρι και η αναλογία του κρέατος και των σπλάχνων είχε μειωθεί σε σχέση με τα οστά, τα λέπια και το δέρμα.

Υπήρχε σύγκριση ανάμεσα σε παλαιότερες εργασίες και σε νεότερες με πιθανότητα να οφείλονται στα εξής:

1. Αμεσες αλλαγές στην ιοντική σύνθεση απαιτούν μόνο μετά από την απομάκρυνση πολλών λιπιδίων και στην συνέχεια την χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών των μυών και μερικές εργασίες είχαν γίνει σε λιπαρά ψάρια.

2. Μερικά είδη άρχιζαν να αδυνατίζουν μετά την μετανάστευσή τους σε γλυκά νερά και συνεπώς περιπλέκεται το θέμα λόγω της εμπλοκής της ωσμωρύθμισης.

3. Η συνολική στάχτη όπως προαναφέρθηκε αυξάνει κατά την διάρκεια της πείνας, εάν αναλυθεί όλο το ψάρι, αλλά μειώνεται σε μυσ ελευθέρων οστών.

Τα οστά δεν είναι οι μοναδικοί ιστοί που αυξάνουν σε σχετική αναλογία κατά την παρουσία της πείνας. Το δέρμα επίσης δεν κινητοποιείται και ακόμη αυξάνει σε απόλυτο πάχος και έτσι έχουμε μια ακόμη πηγή αύξησης σε όλο το σώμα της στάχτης κατά τη διάρκεια της πείνας, αφού η περιεχόμενη τέφρα στο δέρμα υπερβαίνει αυτή των μυών. (Love 1970). Στη συνέχεια αδυνάτισμα ενός λιπαρού ψαριού εξηγείται η παρατήρηση του Greene (1919) ότι η περιεχόμενη τέφρα στους σολομούς δεν επηρεάστηκε από το αδυνάτισμα, αλλά στην πράξη είναι τώρα τελείως ξεκαθορισμένο ότι η συνολική στάχτη των μυών μειώνεται στο ψάρ, όταν αυτό πεινά. Η σωστή λειτουργία των μυών εξαρτάται από τη σωστή ισορροπία νερού- πρωτεϊνών και ιόντων.

Έτσι ήταν λογικό να αναμένεται μια διευθέτηση στις ανόργανες ουσίες, όταν οι αναλογίες νερού και πρωτεΐνης μεταβάλλονται. Όταν το ψάρι πεινά τα αποθέματα λίπους όπου και αν βρίσκεται μειώνονται μέχρι ενός ορισμένου ορίου. Πέραν του οποίου κινητοποιούνται οι πρωτεΐνες των μυών. Καθώς οι πρωτεΐνες μειώνονται, το νερό αυξάνει και αυτή η αλλαγή συνοδεύεται από την συστολή των κυττάρων ακριβώς από μια αντίστοιχη αύξηση των εξωκυτταρικών υγρών. Αφού το περισσότερο Na είναι εξωκυτταρικό η αύξηση του όγκου των εξωκυτταρικών υγρών φέρνει μια καθαρή αύξηση

του όγκου των εξωκυτταρικών υγρών φέρνει μια καθαρή αύξηση στο Na των μυών και ταυτόχρονα μια μείωση στο ενδοκυτταρικό K, που οφείλεται στην μείωση της μέσης κυτταρικής διαμέτρου.

3.4. Σχέση Na και K

Από τα ατομικά ιόντα το Na και το K έχουν μελετηθεί περισσότερο. Εποχιακές διακυμάνσεις έχουν παρατηρηθεί από τους Bride & MacLeod (1956) στον *Onchorhynchus* Sp, καθώς με τόσες πολλές αλλαγές, ώστε να μην επιτρέπεται ένα ξεκάθαρο συμπέρασμα. Οι MacLeod μελετώντας την διακύμανσή των σε μερικά είδη παρατήρησαν μια μείωση στο Na⁺ συνοδεύεται από αύξηση στο K και αντιστρόφως. Η μεγαλύτερη τιμή στο Na και μικρότερη στο K βρέθηκε σε ψάρια πιασμένα στην νπεριοχή ωοτοκίας, τα οποία ασφαλώς ήσαν τα πιο εξαντλημένα για παράδειγμα συγκρίνοντας αυτά με ψάρια ανώριμα το Na αυξήθηκε από 44,9 σε 72,6mg % ενώ το K μειώθηκε από 469 σε 368mg %.

Στο ίδιο συμπέρασμα έφθασε και ο Thurston (1985) αλλά εκφράστηκε διαφορετικά, ότι μια υψηλή τιμή K ταιριάζει με υψηλό επίπεδο πρωτεϊνών. Το ίδιο απέδειξαν και οι Tomlinson et al (1967) ότι το Na των μυών του *Oncorhynchus nerka* ήταν 24 mg % σε ψάρια στην αρχή της μετανάστευσης αυξήθηκε σε 61 %mg σε ψάρια που μόλις είχαν γεννήσει, ενώ το K έπεσε από 500mg % σε 363% mg αντίστοιχα.

Οι Meyer et al (1956) έδειξαν ότι η πείνα σε χρυσόψαρα σε ενυδρείο προκάλεσε αύξηση σε Na και πτώση στο K. Η αντίθετη αυτή συγγένεια έδειχναν μια υψηλού βαθμού συσχέτιση. Υπολόγισαν ότι για κάθε μίλι ισοδύναμου K απώλεια, υπάρχει κέρδος 1,2 μίλι ισοδύναμου Na.

3.5. Σχέση τέφρας και Πρωτεΐνης, κύριων στοιχείων, Ιχνοστοιχείων

Οι ποσότητες στάχτης και πρωτεϊνών μπορούν να αλλάξουν σύμφωνα με τα περιεχόμενα λιπίδια, αλλά οι αναλογίες των δυο δεν μεταβάλλονται όπως έδειξαν ερευνητές στον Σαλβελίνο, όπου το ξηρό ελεύθερο υπόλοιπο των λιπιδίων συνίσταται από 86,5 % πρωτεΐνης και 13,5% στάχτη χωρίς να

επηρεάζονται από τα λιπίδια και το περιεχόμενο νερό. Όταν αυξάνονται η πρωτεΐνη της τροφής σε C αυξάνεται η περιεχόμενη στάχτη και τα κύρια στοιχεία και οι μεταβολές είναι πιο ευκρινείς στο Ca & P ενώ στο K, Na, Mg είναι πιο ελαφρές.

Έτσι επιβιβαιώθηκαν τα αποτελέσματα παλαιότερων επ'αυτών εργασιών. Η αύξηση της περιεχόμενης ενέργειας μειώνει το περιεχόμενο Ca & P. Τα ιχνοστοιχεία δεν επηρεάζουν συστηματικά από την διαφορετική τροφή. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και εργασίες που εκπονήθηκαν από τον Zeitter et al 1984. Τα δυο πιο σπουδαία στοιχεία ποσοτικά δείχνουν την ίδια συμπεριφορά με την στάχτη. Δεν διαπιστώθηκε διαφορά στα περιεχόμενα μέταλλα και την συνολική στάχτη με την αύξηση του ζωντανού Σ.Β από 600 gr σε 1000gr σε αντίθεση με τους Pfeffer et al (1977) που βρήκαν αύξηση μεταλλικών περιεχομένων με την αύξηση του Σ.Β σε κυπρίνο.

Συνεπώς μια αλλαγή στα περιεχόμενα μέταλλα με την αύξηση του Σ.Β θα μπορούσε βασικά να ειπωθεί σαν συνέπεια μιας αλλαγής στην συνολική θρεπτική κατάσταση του σώματος. Κατά μέσο όρο 1kgr σώμα κυπρίνου περιέχει 6,1 gr Ca, 5,0 gr P, 2,1 gr K, 0,85 grNa, 0,25 gr, 20 gr Fe, 1,1 mgCu, 63 mg Zu & 0,7 mg mh. Το μέσο περιεχόμενο Ca στον κυπρίνο θεωρείτε μάλλον υψηλότερο από στοιχεία παλαιότερων εργασιών που έδωσαν 3 -6%.

Η πέστροφα έχει σαφώς μικρότερη τιμή περίπου 3%. Η τιμή του P στον κυπρίνο (5%) βρίσκεται στα ανώτατα όρια των τιμών που έχουν σημειωθεί στην βιβλιογραφία, ενώ οι τιμές K και Na Mg δείχνουν μικρή απόκλιση. Όμως η πέστροφα φαίνεται να συγκρατεί περισσότερο K (πάνω από 4%) σε σχέση με τον κυπρίνο. Επίσης βρέθηκαν όμοια περιεχόμενα σε σώμα κυπρίνου και πέστροφας ΣΒ 20 - 30gr ενώ ο περιεχόμενος Zn & Fe ήσαν χαμηλότεροι συγκρινόμενοι με την παραπάνω εργασία.

3.6 Φώσφορος

Δυο αξιόλογες εργασίες βρέθηκαν για τον περιεχόμενο φώσφορο. Βρέθηκε σε 25 είδη ωαρίων του Δνείπυρου ποταμού, ότι στα νεαρά ψάρια ο P ήταν 0,3% και 2% σε υγρό βάρος αντίστοιχα. Ο υψηλότερος περιεχόμενος P βρέθηκε στα *gasterosteus acleatus*, ενώ αξιοσημείωτες ποσότητες είχαν τα *Perca fluviatilis*, *Rutilus rutilus* *Abramis sepa* & *Scardinius erythrophthalmus*. Ο περιεχόμενος P σε άλλες μελέτες ψαριών έκλεινε σε 0,5 και 2,5 % κατ' ανώτατο όριο. Δεν βρέθηκαν στενή σχέση μεταξύ P και σωματικού βάρους στους γοβιούς. Διαπιστώθηκαν συνολικά οξέα διαλυτού P, ανόργανου P και φωσφολιπιδίων στους μύς του γατόψαρου του γλυκού νερού. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε τον Απρίλιο – Ιούνιο και η χαμηλότερη τον χειμώνα. Οι τιμές μειώθηκαν κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, το οποίο αποδεικνύει την χρησιμοποίηση των συστατικών αυτών σαν πηγή ενέργειας. Οι χαμηλές τιμές που παρατηρήθηκαν μετά την αναπαραγωγή του χειμώνα, αποδίδονται και στην εξάντληση λόγω ωογένεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

4.1 Υδατάνθρακες και μέγεθος σώματος

Αναφέρεται ότι το επίπεδο των υδατανθράκων στο αίμα ψαριών γλυκού νερού δεν διαφέρει με το μέγεθος του ψαριού. Επίσης το επίπεδο των μεταφερόμενων Υ/Α δεν αντανakλά αναγκαστικά με το επίπεδο Υ/Α των μωών και του συκωτιού και ότι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος ψάρια χρησιμοποιούν τους τελευταίους.

4.2 Υ/Α και πείνα

Οι Υ/Α αποθηκεύονται στο συκώτι σαν γλυκογόνο, ένα ολυσασχαριτικό κατασκεύασμα από μονάδες γλυκόζης. Όταν απαιτείται εφοδιασμός σε ενέργεια Π.χ για συστολή μωών το γλυκογόνο σπάει και μεταφέρεται μέσω του σώματος στους μυς σαν γλυκόζη. Εκεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως ή να ξαναμετετραπεί σε γλυκογόνο. Έτσι η γλυκόζη και το γλυκογόνο μπορούν και τα δυο να προσδιοριστούν στους μυς, αλλά στο αίμα βρίσκεται μόνο γλυκόζη. Απ' όλα τα αποθέματα ενέργειας οι Υ/Α είναι πιο εύκολα χρησιμοποιούμενοι οι πρώτοι που επηρεάζονται από την εξάντληση λόγω πείνας. Στο χέλι αποδείχτηκε ότι από τα 3 ενεργειακά αποθέματα(γλυκογόνο, λιπίδια, πρωτεΐνες) το γλυκογόνο δείχνει την πιο γρήγορη μείωση κατά την διάρκεια πείνας.

Σχεδόν όλη η ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται από τον σολομό κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής μετανάστευσής του, προέρχεται από αποθέματα λιπιδίων, αλλά έχει επίσης ανακαλυφθεί και μια αλλαγή στους Υ/Α. Το συκώτι ενηλίκων σολομών που αρχίζουν την αναπαραγωγική μετανάστευση περιέχει περίπου 2% γλυκογόν, ενώ τα θηλυκά που επιστρέφουν στην θάλασσα, έχουν μονάχα το 1/10 αυτής της τιμής.

Η γλυκόζη στο αίμα ορισμένων ειδών διατηρείται σε ένα σταθερό επίπεδο κατά την διάρκεια μακράς περιόδου αδυνατίσματος. Έτσι και στον Σαλβελίνο αυξάνεται κατά την διάρκεια 3 πρώτων ημερών, αλλά παραμένει σταθερή. Μια μείωση στο γλυκογόνο του συκωτιού χωρίς κάποια

αντίστοιχη αλλαγή της γλυκόζης του αίματος παρατηρήθηκε στην ιριδίζουσα πέστροφα μετά από πείνα 14 ημερών. Ενώ στο είδος *Lampetra fluviatilis* που πείνασε για 5 ημέρες παραμένει το επίπεδο του γλυκογόνου των μυών σταθερό όλη την περίοδο αν και η γλυκόζη του αίματος μειώθηκε.

Το γλυκογόνο των μυών μειώθηκε στο χέλι κατά την διάρκεια πείνας, αλλά η τιμή μείωσης είναι μικρότερη απ' ότι στο συκώτι. Επίσης μειώθηκε στον κυπρίνο μετά από νηστεία 3 μηνών. Ο Kiermeier μελέτησε πολλά είδη ψαριών, παρατήρησε ότι κατά την διάρκεια μεκρών περιόδων πείνας το επίπεδο της γλυκόζης του αίματος παραμένει σχεδόν αμετάβλητο κυρίως στα νωθρά είδη τα οποία δείχνουν αξιοσημείωτη σταθερότητα, ενώ τα ζωηρά δείχνουν μια πολύ βαθμιαία μείωση.

Η γλυκόζη του αίματος δεν δείχνει αλλαγή καθ' όλη τη διάρκεια 4 μηνών νηστείας στο ψάρι *Clarias laterna*, αλλά μειώνεται στο 60% από το αρχικό επίπεδο στο 60% από το αρχικό επίπεδο μετά από 7 μήνες. Τα αποτελέσματα της ανπαραγωγικής μετανάστευσης στα σάκχαρα του αίματος στον *Onchorhynchus tsachawyttsche* φάνεται να εξαρτάται από το χρόνο που τα ψάρια παραμένουν στο ποτάμι. Βρέθηκε ότι το επίπεδο κατά την φθινοπωρινή μετανάστευση είναι 214% mg, όπου το ψάρι είχε 1-2 μήνες στο ποτάμι και μειώνεται σημαντικά σε 198%.

Κατά την διάρκεια της ανοιξιάτικης διαδρομής μετά από 2 -3 μήνες στο ποτάμι η μέση τιμή είναι 210mg, ενώ στην ωτοκία δείχνει μια άμεση πτώση σε 129% mg. Θεωρώντας λοιπόν ότι το ψάρι έχει 5 -6 μήνες χωρίς τροφή, η μείωση είναι αξιοσημείωτα μικρή. Είναι πιθανόν η γλυκόζη να παράγεται από πρόδρομους λιπιδίων κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης και έτσι να συσκιτίζονται οι συνέπειες του αδειάσματος των αποθεμάτων σε Υ/Α.

4.3 Y/A και γεννητική ωρίμανση

Η φυσική εξάντληση ενώ μπορεί ευχερώς να μελετηθεί στα θηλαστικά από τη μέση ανάλυση των υδατανθράκων, δεν μπορεί στα ψάρια. Αρκετή από την ενέργεια που απαιτείται για την αναπαραγωγική μετανάστευση των σάλμονιδών λαμβάνονται από τα λιπίδια ή από την γλυκόζη που πρόσφατα παρήχθει από λιπίδια και έτσι η ποσότητα του γλυκογόνου στους μυς του σολομού είναι πολύ μικρή άσχετα από τον βαθμό ωρίμανσης.

Όμως το γλυκογόνο και η γλυκόζη έχουν και τα δυο αναφερθεί ότι συναθροίζονται στις ωοθήκες κατά την διάρκεια της ωρίμανσης. Έτσι στα θηλυκά ψάρια το γλυκογόνο αδειάζει από το συκώτι την κύρια αποθήκη Y/A, κατά προτίμηση. Η διαφορά είναι μερικές φορές καταπληκτική. Κατά την ωοτοκία του σολομού βρέθηκε ένας μέσος όρος από 24,9 mg γλυκογόνου /gr στο ψάρι. Όπως και με τα άλλα συστατικά το επίπεδο στο αίμα δεν αντανακλά την κατάσταση των μυών ή του συκωτιού και δεν δείχνει συνεχής αλλαγή κατά την διάρκεια της ωρίμανσης.

Ερευνητές παρατήρησαν μια αύξηση στα σάκχαρα του αίματος του *Onchorhynchus tsachawyttsche* κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των γονάδων. Παρατηρήσεις στα άτομα *Lampetra fluviatilis* έδειξαν μια διαφορετική ένδειξη ανάμεσα στα 2 φύλλα των τελευταίων ειδών. Στους μύς το περιεχόμενο γλυκογόνου στο *Lampetra fluviatilis* πέφτει στις 245mg % στο στόμιο του ποταμού σε 222% mg στην περιοχή της ωοτοκίας. Έτσι οι αλλαγές στα αποθέματα Y/A των ψαριών φαίνεται ως επί το πλείστον να αντανακλούν την ανάγκη ανάπτυξης των ωοθηκών.

4.4 Επίδραση της διατροφής με Υ/Α στους Υ/Α του σώματος.

Η αξία των Υ/Α στην διατροφή είναι αμβίβολη αφού σιτηρέσια πλούσια σε Υ/Α δεν τρώγονται από τα ψάρια, με πιθανή εξαίρεση κάποιων χορτοφάγων σε φυσική κατάσταση. Η διατροφή των ψαριών των γλυκών νερών είχε μικρή επίδραση στο επίπεδο των σακχάρων του αίματος, όπου παρατηρήθηκε μια ελαφριά αύξηση μετά από 4- 5 ώρες . Η αύξηση στα σάκχαρα του αίματος από 20 ώρες μετά το τάισμα , ακολούθησε μια διατροφή με ψωμί και γαιοσκώληκες.(τροφή που δεν μπορεί να βρεθεί στο περιβάλλον).

Μπορεί να αναφερθεί ότι μια αύξηξη στους περιεχόμενους στην τροφή Υ/Α Προκαλεί αύξηση σ' αυτούς των ιστών των ψαριών. Οι Muller et al(1959) βρήκαν ότι στην ιριδίζουσα πέστροφα η οποία τρώταν με τεχνητό σιτηρέσιο, οι μωσ ήταν πλουσιώτεροι σε γλυκογόνο σε σχέση με τα ψάρια τα οποία τρέφονται με σукώτι βοδιού.

Ένα υψηλό επίπεδο διατροφής υδατανθράκων αυξάνει το επίπεδο της γλυκόζης του αίματος, αλλά ότι η στέρηση των υδατανθράκων δεν έχει επίδραση, πιθανώς γιατί το επίπεδο της γλυκόζης του αίματος διατηρείται από τα αποθέματα του σукωτιού. Το γλυκογόνο στους μωσ της πέστροφας έδειξε να αυξάνεται 8 ή 9 φορές κάτω από την επίδραση βαρειάς διατροφής υδατανθράκων.

Απεδείχτηκε ότι μπορούν να χρησιμοποιούνται σαν οριστική πηγή ενέργειας στα ψάρια. Το ψάρι σαλβελίνος δεν σε θέση να μεταβολίσει υψηλά επίπεδα από αυτές τις ουσίες. Επίσης είναι δυνατόν να διακρίνουμε τα ψάρια τα οποία τρέφονται με τεχνητή τροφή από αυτά με φυσική τροφή, αφού το σукώτι και οι μωσ των πρώτων είναι μερικές φορές πλουσιότερα σε υδατάνθρακες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

Ένας αριθμός ουσιών λέγεται ότι δεν έχουν συσχέτιση με το μέγεθος του σώματος και μεταξύ αυτών αναφέρονται και οι πρωτείνες, με εξαίρεση μόνο την αναπαραγωγική περίοδο. Οι Khawaja & Jaft(1967) έδειξαν ότι υπάρχει μια σταθερή μείωση πρωτεϊνών και λιπιδίων και στάχτης με την αύξηση του μεγέθους του *Ophicerphalus puntacus* μετά από την ωοτοκία.

Την άποψη ότι οι πρωτείνες δεν έχουν σταθερή συσχέτιση με το μέγεθος του ψαριού επιβεβαίωσαν με τις εργασίες τους οι Weatherley & Gill που απέδειξαν ότι οι πρωτείνες αυξάνουν με την αύξηση του βάρους σε νεαρές πέστροφες, ενώ σε μεγαλύτερα μεγέθη μειώνονται στο ίδιο ψάρι ότι με αύξηση του σωματικού βάρους από 0,1 σε 175gr προκαλείται διπλασιασμός στην πρωτεΐνη. Επίσης στο ίδιο ψάρι σε πλήρη εκτροφική περίοδο αύξηση της πρωτεΐνης με την αύξηση του σωματικού βάρους και την ηλικία, ενώ σε παλαιότερη εργασία των Παπουτσόγλου και Παρασκευά διαπίστωσαν ότι με την αύξηση της ηλικίας στην πέστροφα, η πρωτεΐνη ξεκινά με μείωση, μετά ελαφρά αυξάνεται και τελικά μειώνεται πάλι.

Υψηλές τιμές στις πρωτείνες παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και ήταν 16,92 % στα θηλυκά και την περίοδο των μουσώνων στα αρσενικά 15,11%. Δηλαδή οι τιμές είναι μεγαλύτερες στα και σαφώς συσχετισμένες με την μεταβολική δραστηριότητα, ωογεννητική περίοδο και εντατική διατροφή του ψαριού. Επίσης ερευνήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας σε νεαρούς κυπρίνους.

Σε υπαίθρια εκτροφή βρήκαν ότι βαθμιαία μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της πρωτεΐνης, ενώ σε κλειστή εκτροφή (θερμοκρασία υψηλή και σταθερή) είχαμε μεγαλύτερη περιεχόμενη πρωτεΐνη. Μια αύξηση της θερμοκρασίας από 8 - 20°C προκάλεσε μείωση της περιεχόμενης πρωτεΐνης σε ιχθύδια ιριδίζουσας πέστροφας τα οποία

εκτρέφονται σε κλειστό κύκλωμα από 68,86 % σ3 62,46 % σε Ε.Β. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης του εκτρεφόμενου σολομού παρατηρείται μείωση των πρωτεϊνών στο φιλέτο. Στις γονάδες του αρσενικού μειώνονται η προλίνη και η γλυκίνη και αυξάνονται η λυσίνη, η ιστιδίνη, αργινίνη, λευκίνη, και ισολευκίνη.

Διαπιστώθηκε ότι η αύξηση στην αλανίνη και η μείωση στην γλυκίνη μπορεί να είναι αρκετά αξιόπιστη, ώστε να χρησιμοποιηθεί ο λόγος των δυο σαν ένδειξη γενετικής ωρίμανσης. Σε τέσσερα είδη ψαριών ο λόγος γλυκίνη / αλανίνη κυμαίνεται από 1,2 - 1,4 στα ανώρυμα και 0,3 - 0,6 όταν ωριμάσουν.

Η μείωση στις συγκεντρώσεις της προλίνης και γλυκίνης είναι ενδιαφέρουσα, γιατί έχει αποδειχθεί πλέον και σε διαφορετικά ζώα ότι το κολλαγόνο η κύρια πρωτεΐνη των συνδετικών ιστών, είναι ασυνήθως πλούσιο σ' αυτά τα αμινοξέα. Φαίνεται λοιπόν πιο πιθανόν ότι η προλίνη μειώνεται στις γονάδες κατά την διάρκεια της ωρίμανσης γιατί υπάρχει μια αύξηση στην αναλογία αυγών και σπέρματος, η οποία μειώνει την αναλογία ιστών σ' ένα συγκεκριμένο βάρος γεννητικών οργάνων. Η υδροξυπρολίνη, το μοναδικό αμινοξύ που απαντάται μόνο στο κολλαγόνο παρατηρήκε να αυξάνει στις πρωτεΐνες των μυών, και αυτό φανερώνει ότι πρωτεϊνικός μεταβολισμός των μυών κατά την ωρίμανση αφορά τις κυτταρικές πρωτεΐνες και όχι το κολλαγόνο, ενώ η υδροξυπρολίνη δεν προσδιορίστηκε στις γονάδες από τον Kottzhenko.

Η συμπληρωματική εικόνα απεδόθει από τους Cowey et al όπου οι μυς του εξαντλημένου από την μετανάστευση σολομού δείχνουν μια μικρή αύξηση στην προλίνη και γλυκίνη σαν αποτέλεσμα προτιμώμενης χρησιμοποίησης της πιο κινητικής πρωτεΐνης κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής μετανάστευσης και συνεπώς μιας σχετικής αύξησης στο κολλαγόνο.

5.1 Πρωτεΐνες και πείνα

Παρατηρήθηκε μείωση της σωματικής πρωτεΐνης σε νεαρούς σολομούς κατά την διάρκεια πείνας σε γλυκό νερό. Η μείωση της πρωτεΐνης ήταν ελαφριά στην αρχή της περιόδου πείνας και βαθμιαία έγινε μεγαλύτερη. Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα των Parker et al & Wilkins. Στην εργασία των Denton & Yousef που αφορούσε την ιριδίζουσα πέστροφα δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή στην περιεχόμενη πρωτεΐνη κατά την διάρκεια πείνας, ενώ άλλες εργασίες την θέλουν να αυξάνεται κατά την διάρκεια αυτής και άλλες να χρησιμοποιείται ως ενεργειακό απόθεμα και να μειώνεται.

Οι διαφορές πιθανώς οφείλονται στο ότι σε λιπαρά είδη, όπως όπως η πλέστροφα, τα λίπη όπως θα δούμε παρακάτω χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σαν ενεργειακό απόθεμα και συνεπώς δεν χρειάζεται η κινητοποίηση των πρωτεϊνών. Το αποτέλεσμα της πείνας είναι πιο γρήγορο στα ζωηρά ψάρια παρά στα νωθρά. Έτσι το ηλεκτροφοριστικό πρότυπο των πρωτεϊνών στην πέστροφα φαίνεται να αλλάζει μετά από πείνα 30 ημερών, ενώ περίοδος 6 μηνών χρειάζεται για να φέρει την ίδια αλλαγή στον κυπρίνο.

Οι αλλαγές έδειξαν ότι μερικά κλάσματα πρωτεϊνών χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση. Ο Sorvachev μελέτησε τα κλάσματα των πρωτεϊνών του αίματος του κυπρίνου στην διάρκεια πείνας 6 μηνών και βρήκε ότι η συνολική συγκέντρωση πρωτεϊνών πέφτει από 3,9% σε 2,8%. Η μείωση απαντάται αμέσως σε βάρος της αλβουμίνης και αργότερα της α-, β-γλοβουλίνη. Η γ-γλοβουλίνη δεν χρησιμοποιήθηκε και έδειξε αύξηση σε απόλυτες τιμές, η οποία φανερώνει ότι η ποσότητα του αίματος μειώθηκε ή ότι η γ-γλοβουλίνη εισήλθε στο αίμα σαν αποτέλεσμα αποσύνθεσης πρωτεϊνών σε άλλους ιστούς.

Στους στρεούς ιστούς του σώματος βρίσκουμε ότι τα ψάρια μειώνουν πιο εύκολα τις συσταλτές πρωτείνες παρά τις πρωτείνες των συνδετικών ιστών κατά την πείνα.

5.2 Πρωτείνες και διατροφή

Αν και ο Jacquot απέδειξε την αποφασιστική επίδραση στις πρωτείνες του σώματος του κυπρίνου με την βελτίωση των συνθηκών διατροφής δεν διαπιστώθηκε αξιόλογη επίδραση στις περιεχόμενες πρωτείνες στο σώμα του κυπρίνου. Με την αύξηση της πρωτεΐνης της τροφής από 25% σε 33%, αλλά αντίθετα μείωση αυτών με την αύξηση των λιπών στην τροφή από 5% σε 15%. Οι Degani et al δεν βρήκαν αξιόλογες διαφορές στις πρωτείνες του σώματος των χελιών που ταιστήκαν με διαφορετικές πηγές υδατανθράκων. (σιτάρι, ψωμί, ζαχαρότευτλο, άμυλο πατάτας, διαλυτό άμυλο).

Οι Ogata et al προσδιόρισαν τα ελεύθερα αμινοξέα σε όλο το σώμα των νεαρών χελιών για να καθορίσουν τις σχέσεις μεταξύ αυτών και των επιπέδων των πρωτεϊνών της τροφής, των πρωτεϊνών που απορροφούνται από τον οργανισμό και των εναποτιθέμενων πρωτεϊνών. Τα ψάρια τράφηκαν επί 7 εβδομάδες με 7 διαφορετικά σε πρωτεϊνικά σιτηρέσια. Διαπιστώθηκαν τα εξής:

Τα συνολικά περιεχόμενα E.A.A αυξήθηκαν σταδιακά με μια θετική και σημαντική συσχέτιση με την απορρόφηση της πρωτεΐνης. Τα NEAA καθώς και η αντιδραστική ουσία Ninhydrin ήσαν περισσότερο στενά συνδεδεμένα με το επίπεδο της εναποτιθέμενης πρωτεΐνης παρά με το επίπεδο της πρωτεΐνης της τροφής.

Έτσι η θρεονίνη, α-ABA -κυσταθιονίνη λευκίνη, φαινυλανίνη, αργινίνη και προλίνη είχαν θετική και σημαντική συσχέτιση με τα επίπεδα της πρωτεΐνης της τροφής καθώς και με τις εισερχόμενες πρωτείνες. Την άμεση εξάρτηση της συγκέντρωσης των E.A.A από την σύνθεση της τροφής, και μάλιστα πολύ περισσότερο από ότι η

συγκέντρωση των ΝΕΑΑ απέδειξε του οEtma Kona που εξέτασε την σύνθεση των ελευθέρων αμινοξέων στον ορό του αίματος στον κυπρίνο μετά το τάισμα και σε σχέση με την σύνθεση του σιτηρεσίου. Διαπιστώθηκε ότι η σημαντικότερη αύξηση στην συγκέντρωσή του ήταν 1/2 - 1 ώρα μετά το τάισμα, ενώ μετά επανέρχονται στα αρχικά επίπεδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΛΙΠΙΔΙΑ

Με το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται η παρουσίαση των κύριων συστατικών των ψαριών του γλυκού νερού, χρήσιμο είναι από πλευράς μεθοδολογίας μαζί με τις εργασίες που αναφέρονται στα λίπη, να αναφερθούν και όσες απ' αυτές έχουν βρεθεί που συνδέουν τα κύρια συστατικά μεταξύ των και σε συσχέτιση βέβαια με τους παράγοντες που τα επιρραάζουν.

6.1 Λιπίδια και ανατομική διανομή

Η συγκέντρωση των λιπιδίων διαφέρει πολύ στα διάφορα μέρη του σώματος. Στα λιπαρά ψάρια υπάρχει συνήθως μια υψηλή συγκέντρωση αμέσως κάτω από το δέρμα. Το κοιλιακό τοίχωμα των λιπαρών ψαριών συχνά δείχνει την υψηλότερη συγκέντρωση λιπιδίων, ίσως γιατί η κοιλιά δεν παίρνει ενεργό μέρος κατά κάποιο τρόπο στην κολύμβηση και έτσι γίνεται εύκολα αποθήκευση των λιπιδίων.

Είναι προφανές ότι το χαμηλό ε.β. σαν αποτέλεσμα τόσων πολλών λιπιδίων κατά μήκος της χαμηλότερης πλευράς θα πρέπει να κάνει τα ψάρια να κολυμβούν με την επάνω πλευρά κάτω, αλλά αυτό εξισορροπείται σε μερικά είδη μερικώς από την υψηλή συγκέντρωση λίπους κατά μήκος της επάνω επιφάνειας του ψαριού και φυσικά με την καταβολή ενέργειας για την διατήρηση της θέσης.

6.2 Λιπίδια - μέγεθος σώματος- ηλικία -ανάπτυξη.

Τα λιπίδια των μυών και του συκωτιού έχει αναφερθεί να αυξάνουν κατά την διάρκεια της αύξησης του χελιού και του κυπρίνου. Δώθηκαν διαφορετικές ερμηνείες από τους ερευνητές όσο αναφορά την παραδοχή ότι τα μεγάλα ψάρια είναι ικανά να δημιουργούν αποθέματα λίπους ποιά εύκολα, διότι η τιμή αύξησής των είναι πιο αργή σε σχέση με τα νεαρά άτομα. Υπό το πρίσμα όμως της υπόθεσης του Orton περί υπερ-αναπαγωγής, η αύξηση των λιπιδίων φαίνεται πιο πιθανά να ενεργεί σαν μια επί πλέον εφεδρεία ενέργειας κατά τον χρόνο ωοτοκίας, ώστε να

βοηθήσει το ψάρι να αναλάβει μετά την εξαντλήσή του. Οι Denton & Yousef έδειξαν αύξηση στα περιεχόμενα λίπη της πέστροφας τους πρώτους 14 μήνες της ζωής τους. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και για την πέστροφα του ρυακιού και του ποταμού. Το νερό φυσικά μειώνεται, οι πρωτεΐνες σαν αναλογία % του Σ.Β ήσαν χαμηλότερες στα νεαρά ψάρια και υψηλότερες στα ενήλικα άτομα.

Οι πρωτεΐνες όμως έμειναν σταθερές σαν ποσοστό % στα συνολικά στερεά υπόλοιπα. Η στάχτη έμεινε σταθερή κατά την διάρκεια των πρώτων 14 μηνών και αυτό δείχνει ότι η σχετική αναλογία δέρματος, λεπιών και οστών δεν αλλάζουν με την ανάπτυξη τον πρώτο χρόνο που παρατήρησε αύξηση της περιεχόμενης στάχτης τον πρώτο χρόνο και μετά έμεινε σχετικά σταθερή στο 2,3% του Σ.Β

Τέλος το ελεύθερο ξηρό υπόλοιπο του λίπους περιείχε πρωτεΐνη από 86-91% και στάχτη από 9-14% αναξάρτητα από το επίπεδο λίπους. Αυτό δείχνει ότι μπορούν να αλλάζουν οι πρωτεΐνες και η στάχτη σαν % αναλογία Σ.Β, αλλά οι αναλογίες των παραμένουν σχετικά σταθερές τον πρώτο χρόνο της ζωής τους.

Τα λίπη και οι πρωτεΐνες αυξάνουν με την αύξηση του Σ.Β σε νεαρές πέστροφες, ενώ σε μεγαλύτερα μεγέθη οι πρωτεΐνες μειώνονται, ενώ τα λιπίδια συνεχίζουν να αυξάνονται. Οι τάσεις αυτές παρατηρήθηκαν ανεξάρτητα από τον ρυθμό ανάπτυξης. Έτσι ανάλογα με την αύξηση από 0,1gr σε 175gr τα περιεχόμενα λίπη 5πλασιάζονται, η πρωτεΐνη διπλασιάζεται και η υγρασία μειώνεται κατά το 1/3.

Σε πέστροφες άνω του 1gr η δαπανώμενη ενέργεια προέρχεται από μεταβολισμό των λιπών και στην συνέχεια πέφτει στο 50%. Αύξηση της θερμοκρασίας δημιουργεί σχετική αύξηση στις δαπάνες πρωτεϊνών για ενέργεια. Ο Παπουτσόγλου επιβεβαίωσε τις παραπάνω παρατηρήσεις δείχνοντας αύξηση στα περιεχόμενα λίπη και πρωτεΐνες της πέστροφας σε πλήρη εκτροφική περίοδο, με την αύξηση του Σ.Β και της ηλικίας. Επίσης

διαπίστωσαν σε πειράματα διατροφής ότι με την ηλικία έχουμε αύξηση του λίπους και μείωση στο περιεχόμενο νερό. Η στάχτη παραμένει σταθερή και η πρωτεΐνη ξεκινά με μείωση, μετά αυξάνεται ελαφριά και τελικά μειώνεται. Εάν τα εκφράσουμε σε ξηρά βάρη, η πρωτεΐνη μειώνεται όταν τα λίπη αυξάνουν, ενώ η στάχτη παραμένει σταθερή. Τέλος αύξηση των μονοενικών οξέων, μείωση των οξέων με 14 - 20 άτομα C και αύξηση με 22 άτομα C. Αύξηση του περιεχόμενου λίπους στην σάρκα του περιεχόμενου λίπους στην σάρκα και το συκώτι του Bargus Daxend με τη αύξηση του σωματικού βάρους παρατήρησαν οι Hashen & Tabakn.

6.3 Διαφορές άγριων και εκτρεφόμενων ειδών στα περιεχόμενα λιπίδια, αλλά και τα υπόλοιπα κύρια συστατικά.

Η αύξηση των λιπιδίων φανερώνει μόνη της ένα λιπαρό εκφυλισμό του συκωτιού των εκτρεφόμενων ψαριών πράγμα που υποστήριξαν και πολλοί άλλοι ερευνητές ανέφεραν μια αύξηση επίσης στα λιπίδια του σώματος. Οι Phillips et al βρήκαν μια σχέση μεταξύ περιεχομένων λιπιδίων σώματος του ψαριού, αλλά μόνο σε ψάρια εκτροφείου και όχι στα άγρια για ανεξήγητους λόγους.

Σαφώς τα λιπίδια ψαριών τεχνητής διατροφής ποικίλουν σοβαρά και όταν οι Weiser & Otte κράτησαν την πέστροφα σε ένα χαμηλό επίπεδο λιπαρής τεχνητής διατροφής βρήκαν ότι τα λιπίδια του σώματος έπεσαν κάτω από αυτά του άγριου ψαριού, πλην όμως και στη περίπτωση αυτή η αιχμαλωσία των ψαριών έδειξε λιπαρό εκφυλισμό του συκωτιού. Εκτρεφόμενα ψάρια όπως το είδος *Anguilla anguilla*, *japonico* & *Cyprinus Carpio* ερευνήθηκαν και συγκρίθηκαν με τα άγρια. Κοινό χαρακτηριστικό της ανάλυσης ήταν ότι στα άγρια ψάρια παρατηρήθηκαν χαμηλότερα ολικά περιεχόμενα λιπίδια και υψηλότερη ολική περιεχόμενη πρωτεΐνη.

Επίσης παρατηρούμε ότι υπάρχει στο άγριο ψάρι παρ' ότι στο εκτρεφόμενο, αν και η σύνθεση της πρωτεΐνης δεν είναι ουσιωδώς διαφορετική. Η τέφρα φαίνεται ότι είναι μικρότερη στα είδη και το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε και από τον Mottran που βρήκε ότι ο σκελετός της άγριας πέστροφας δείχνει ποιο πυκνός σε ακτίνες X. Οι Kimet all συνέκριναν μωσ εκτρεφόμενων και άγριων χελιών, για τις λιπαρά οξέα σύνθεση των ολικών πεπτιδίων ουδέτερων λιπιδίων, φωσφολιπιδίων και γλυκολιπιδίων.

Τα περιεχόμενα λιπίδια νωτιαίων μωσ στα εκτρεφόμενα είδη απ' ότι στα άγρια. Τα περιεχόμενα TL, NL, PL, ήσαν μορφές όμοιες, ενώ τα GL ήσαν υψηλότερα στα άγρια ψάρια. Στη σύνθεση των λιπαρών οξέων στα TL, NL, PL η' επί τοις % αναλογία C_{16:0} - C_{18:1} & C_{22:6} είναι υψηλότερη στα

εκτρεφόμενα. Βρέθηκε στο ίδιο ψάρι ότι τα περιεχόμενα λιπίδια ήταν ελαφρώς υψηλότερα στα εκτρεφόμενα είδη απ' ότι στα άγρια. Επίσης διαπίστωσε ότι τα περιεχόμενα λιπίδια στο εδάδιμο μέρος του άγριου και εκτρεφόμενου χελιού ήταν 5 φορές υψηλότερη απ' ότι στα σπλάχνα. Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στα NL του εδάδιμου μέρους έδωσε αναλογία υψηλότερη για τα $C_{14:0}$ - $C_{16:0}$ - $C_{18:1}$ και χαμηλότερη για τα $C_{16:1}$ $C_{18:2}$ $C_{18:3}$ $C_{20:4}$ $C_{20:5}$ $C_{22:5}$ - $C_{22:6}$ στο καλλιεργούμενο χέλι.

Βρέθηκε ότι τα λιπίδια σε άγριο και εκτρεφόμενο κοινό κυπρίνο και Ισραηλινό κυπρίνου. Βρήκαν ότι τα λιπίδια του εκτρεφόμενου κυπρίνου ήταν ελαφρώς χαμηλότερα από αυτά του άγριου αλλά όμοια με αυτά του Ισραηλινού. Τα περιεχόμενα λιπίδια στα σπλάχνα του άγριου και εκτρεφόμενου κυπρίνου ήταν 2 φορές υψηλότερα από αυτά στα εδάδιμα μέρη, ενώ του Ισραηλινού ήταν τα ίδια. Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στα NL εδάδιμων μερών % για τα $C_{18:1}$ $C_{16:1}$ $C_{18:2}$ $C_{18:3}$ $C_{20:4}$ $C_{20:5}$ $C_{22:5}$ - $C_{22:6}$

6.4 Λιπίδια - θερμοκρασία εποχιακή διακύμανση

Ο Lovern έδειξε ότι χαμηλότερη θερμοκρασία συντελεί στην μεγαλύτερη αναλογία ακόρεστων οξέων στα σωματικά λιπίδια του χελιού και αντιστρόφως. Επίσης απέδειξε ότι σε υψηλότερη θερμοκρασία αυξάνει η σωματική δραστηριότητα και απαιτείται αντίστοιχα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι ώστε διατροφή με λιγότερα λιπίδια να αξιοποιείται επωφελώς για αποθήκευση. Όμως αυτός δεν είναι ο μόνος παράγων που εμπλέκεται.

Έχει γίνει φανερό όμως ότι σε περισσότερες αλλαγές στα λιπίδια των ψαριών έχουν την προέλευσή τους στην διατροφή των οποίων ο βαθμός ακόρεστων λιπαρών οξέων αυξάνει με την μείωση της θερμοκρασίας, καθιστώντας τα ψάρια θηρευτές πιο εύκαμπτα και κινητικά, γιατί η

θερμοκρασία τήξεως των λιπιδίων είναι μικρότερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος νερού.

Άλλοι συγγραφείς που συσχέτισαν την αύξηση των ακόρεστων δηλαδή τη μείωση του Σ.Τ των σωματικών λιπιδίων με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες νερού ήταν οι Lewis. Όταν η θερμοκρασία ήταν χαμηλή δεν έχουμε σημαντική επίδραση των χαμηλών ή υψηλών θερμοκρασιών στην αναλογία ακόρεστων στα σωματικά λιπίδια ψαριών γλυκού νερού, αλλά σημείωσαν ότι το λαουρικό και Μυριστικό οξύ απορροφώνται από την τροφή στους 23 - 13 °C.

Ενώ η εικόνα δεν είναι ξεκάθαρη, φαίνεται πιθανόν ότι θερμοκρασία επηρεάζει την σύνθεση των λιπιδίων των ψαριών, τελικά εν μέρει μέσω της τροφής. Ο Lewis θεωρεί ότι πολλές από τις διαδικασίες της ζωής μπορεί να συνεχιστούν μόνο εάν τα λιπίδια των κυττάρων έχουν ικανοποιητικό ιξώδες, το οποίο αλλάζει ασφαλώς από τις αλλαγές της θερμοκρασίας.

Η επίδραση του ψύχους στα λιπίδια του κυπρίνου σε συνδυασμό με προσθήκη λουπινελαίου στην τροφή. Βρέθηκε ότι κατά την διάρκεια του ψύχους τα συνολικά λιπίδια του ψύχους τα συνολικά λιπίδια μειώθηκαν, ενώ τα τριγλυκερίδια παρέμειναν σχεδόν σταθερά. Η συμπεριφορά των TL και των TRG δεν φάνηκε να επηρεάζονται από την σύνθεση των λιπιδίων της τροφής. Οι αναλογίες των ελευθέρων λιπαρών οξέων αυξήθηκαν και των PL μειώθηκαν κατά την διάρκεια του ψύχους και οι αλλαγές αυτές επηρεάστηκαν σημαντικά από την σύνθεση της τροφής.

Οι Παπουτσόγλου και Παρασκευάς ερεύνησαν την επίδραση του νερού στην χημική σύσταση του σώματος ιχθυδίων πέστροφας η οποία τρεφόταν μέχρι κορεσμού σε κλειστό κυκλωμα. Διαπιστώθηκε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας από 8 - 20°C είχαμε σταδιακή αύξηση των λιπών, μείωση της υγρασίας του σώματος από 80,04 σε 74,27%, μείωση των πρωτεϊνών από 68,86 σε 62,46% Σ.Β, ενώ η στάχτη έμεινε σχεδόν χωρίς

αξιόλογη μεταβολή. Το λίπος του συκωτιού μειώθηκε από 9,33 σε 5,73% λόγω μεγαλύτερης μεταβολικής δραστηριότητας.

Ο Shimma & Sato ερεύνησαν την επίδραση της θερμοκρασίας σε 5 φυλές νεαρών κυπρίνων. Μια ομάδα ψαριών διατηρήθηκε σε κλειστό σταθερής θερμοκρασίας και η άλλη σε υπαίθριες δεξαμενές από τον Αύγουστο μέχρι τον Φεβρουάριο, μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας από 18,5° - 13°C. Διαπιστώθηκαν τα εξής:

1. Η χημική σύσταση των 5 φυλών δεν ήταν σημαντικά διαφορετική η μία της άλλης, αν και τα μέσα περιεχόμενα λίπη στη φυλή mirror στο ενυδρείο ήταν χαμηλότερα.

2. Η βαθμιαία μείωση της θερμοκρασίας στην υπαίθρια εκτροφή προκάλεσε αύξηση στα περιεχόμενα λίπη και μείωση στο νερό και τις πρωτεΐνες, το μεγαλύτερο εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας στην πρώτη περίπτωση και το σύστημα εκτροφής.

3. Στη κλειστή εκτροφή σε σχέση με την χαμηλότερη και κυμαινόμενη στο ύπαιθρο, είχαμε μικρότερη περιεκτικότητα λιπών, σταθερή στάχτη και μεγαλύτερη περιεκτικότητα υγρασίας και πρωτεΐνης. Η γενική μέση ανάλυση όλων των φυλών ήταν στο κλειστό κύκλωμα εκτροφής.

Γενικά όμως και από τις 3 εργασίες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διατήρηση σε σταθερή θερμοκρασία συνεπάγεται μικρότερη περιεκτικότητα λιπών στο σώμα. Στο *labeo gonius* το μέγιστο και το ελάχιστο περιεχόμενων λιπών και Υ/Α σημειώθηκε τον χειμώνα, ενώ οι πρωτεΐνες έδειξαν μέγιστη τιμή το θέρος και ελάχιστη την περίοδο του χειμώνα σε αντίθεση με τα λίπη.

Τα περιεχόμενα λίπη είναι μέγιστα κατά την διάρκεια του χειμώνα και ελάχιστα το θέρος. Απ' αυτές τις εργασίες προκύπτει ότι η θερμοκρασία είναι ο μοχλός που προκαλεί την κινητοποίηση των λιπών και χρησιμοποίησή τους για ενέργεια, χωρίς όμως να είναι κυρίαρχη.

6.5 Λιπίδια και ψάρια ευρύαλα σε γλυκό ή θαλασσινό νερό.

Τα ψάρια του γλυκού νερού και τα θαλασσινά είδη εμφανίζονται ικανά να συνθέτουν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα από μη λιπαρούς πρόδρομους. Αλλά και η διαφορά μεταξύ της σύνθεσης των λιπιδίων του σώματος των ψαριών από τα 2 περιβάλλοντα είναι μεγάλα, σαν αποτέλεσμα των διαφορών στην τροφή. Τα λιπίδια της τροφής είναι συνήθως όμοια με τα λιπίδια που ακολουθούθως αποθηκεύουν τα ψάρια μόνα τους. Τα συμπεράσματα είναι τώρα ευρέως αποδεκτά αν και είναι ξεκάθαρο ότι στο σαλβελκίνο το μεγαλύτερο μέρος των λιπιδίων διασπώνται τελείως πριν συναθροιστούν στις αποθήκες των ψαριών.

Το χέλι έχει διαφορετική σύνθεση λιπαρών οξέων αναλόγως εάν προέρχεται από γλυκό ή θαλασσινό νερό, ενώ τα προερχόμενα από τα υφάλμυρα νερά των estuaries έχουν ενδιάμεσο τύπου λιπίδια. Εάν αυτά διατηρηθούν σε αιχμαλωσία με την ίδια τροφή σε γλυκό ή σε αλμυρό νερό δεν ανακαλύπτονται διαφορές στην σύνθεση και εάν αυτά κρατηθούν σε ένα περιβάλλον αλλά τρέφονται με την τυπική τροφή του άλλου, η σύνθεση των αποθηκευμάτων λιπιδίων ακολουθεί αυτά της τροφής και όχι αλατότητας.

Ομοίως ένα στουργιούνι που αλιεύθηκε στην Β θάλασσα, έδειξε σύνθεση λιπιδίων ίδια με αυτή των γλυκών νερών γιατί η περισσότερη διατροφή έγινε σε γλυκά νερά. Έτσι η τροφή είναι ο σπουδαιότερος παράγον στην σύνθεση των λιπιδίων. Επιπροσθέτως μερικά ψάρια μπορούν να τροποποιήσουν αξιοσημείωτα τα πεφθέντα λιπίδια. Η διαδικασία απεικονίζεται πολύ καλά στα νεαρά άτομα του σολομού.

Τα λιπίδια του σώματος στην αρχή της στα γλυκά νερά είναι όμοια με τα λιπίδια που χωνεύουν, αλλά στην μορφή Smolt (μικρά άτομα αρκετό χρόνο στα γλυκά νερά) τα λιπίδια είναι περισσότερο σαν αυτά των ενήλικων ατόμων, ενώ δεν υπήρξε αλλαγή στην τροφή ή στο περιβάλλον. Οι Sheridan et al(1985) εξέτασαν τις αλλαγές στην σύνθεση των λιπαρών

οξέων στην S.g. Richardson, κατά την διάρκεια της part-smolt μεταμόρφωσης.

Βρήκαν ότι η σύνθεση ήταν αξιοσημείωτα διαφορετική. Τα μικρά χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλή ποσότητα πολυακόρεστων και σχετικά υψηλή ποσότητα λινολειακού οξέως, ενώ στα νεαρά από μεγάλη αναλογία πολυακόρεστων μακρυσών αλυσίδας. Η αλλαγή στη σύνθεση των λιπαρών οξέων στα νεαρά άτομα θεωρείται πρόβλεψη εισόδου σε θαλασσινό νερό και εξαρτάται από την διατροφή και την θερμοκρασία του νερού. Ερευνήθηκαν οι αλλαγές στα περιεχόμενα ολικά λιπίδια των μυών σε ψάρια του γλυκού νερού.

Τα περιεχόμενα λιπίδια αυξήθηκαν από τον χρόνο ελευθέρωσης μέχρι το καλοκαίρι και μειώθηκαν ταχέως το φθινόπωρο. Τον Χειμώνα ελλατώθηκαν σε 1% υγρού βάρους των μυών. Την άνοιξη του επόμενου χρόνου αυξήθηκαν στις part αλλά μειώθηκαν στις smolt μορφές. Τα περιεχόμενα ολιζικά λίπη σε μυς ψαριών παράκτιων αυξήθηκαν με τον χρόνο και ήταν σωματικά υψηλότερα απ' αυτά των ψαριών του γλυκού νερού.

6.6 Λιπίδια ψαριών γλυκού νερού και συγκρίσεις με τα θαλασσινά ψάρια.

Τα ψάρια του γλυκού και θαλασσινού νερού πιθανώς δεν διαφέρουν βασικά στους μηχανισμούς εναπόθεσης, σύνθεσης και επαναμετατροπής των λιπαρών οξέων, αλλά υπάρχει μια σημαντική διαφορά των λιπαρών οξέων των ομάδων αυτών. Η ομάδα των ακόρεστων οξέων είναι χαμηλότερη και τα C₂₀, C₂₂ χαμηλότερα στα ψάρια του γλυκού νερού σε σχέση με τα θαλασσινά. Το παλμιτολικό οξύ είναι το πιο σπουδαίο συστατικό των ψαριών γλυκού νερού.

Ανεξάρτητα όμως από τα παραπάνω, τα λάδια στα ψάρια γλυκού νερού και θαλασσινού νερού είναι όμοια και σε κάθε ομάδα ο μέσος όρος του βαθμού ακορεσμού των διαφόρων τύπων είναι ίδιος και γενικές

αναλογίες των μιγμάτων των λιπαρών οξέων είναι ίδιες. Οι Gruger et al βρήκαν ότι το περιεχόμενο λινολειακό οξύ είναι μεγαλύτερο στα ψάρια του γλυκού νερού και υπάρχει η γνώμη ότι η διαφορά στις δυο ομάδες οφείλεται ευρέως στη διατροφή. Αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώθηκε και από τους Kelly et al οι οποίοι ανέφεραν ότι και οι δυο ομάδες φαίνονται ικανές να συνθέτουν μερικά πολυακόρεστα λιπαρά οξέα από μη λιπαρούς προδρόμους.

Αυτά τα ξεχωριστά φαινόμενα παρατηρήθηκαν επίσης νωρίτερα από τον Lovern ο οποίος ανέφερε ότι αν και οι δυο τύποι ψαριών παράγουν λιπίδια τυπικά του περιβάλλοντός των, μερικά ψάρια μπορούν να τροποποιήσουν αξιοσημείωτα τα λιπίδια της τροφής των. Νεώτερες μελέτες στο θέμα επιβεβαιώνουν και επεκτείνουν τα παλαιότερα ευρήματα.

Οι Eaton et al έδειξαν ότι τα ψάρια του γλυκού νερού περιέχουν περισσότερο λινολειακό και αραχιδονικό οξύ απ' ότι τα θαλασσινά και ο Ackman βρήκε ότι τα λιπαρά οξέα σε σύνολο C_{16} ήσαν επίσης περισσότερα στα είδη αυτά. Τα συνολικά λιπαρά οξέα C_{18} ήσαν επίσης περισσότερα αλλά πιθανώς λιγότερα αλλά πιθανώς λιγότερα καθοριστικά ως έννοια διάκρισης των τριγλυκεριδίων λαδιού από ψάρια του γλυκού ή του θαλασσινού νερού.

Τα λιπίδια θαλασσινών ψαριών ενήλικων ατόμων του ιδίου είδους είναι ποιο διαφορετικά από τα λάδια ψαριών του γλυκού απ' ότι αυτά των τυπικών θαλασσινών ειδών. Τα λιπίδια επίσης αντανακλούν αυτά της διατροφής, αλλά μπορεί να τροποποιηθούν από τα ψάρια. Πρίν την εναποθέση. Σε αντίθεση με την τάση τροποποίησης των χωνευόμενων λιπιδίων, τα ψάρια τα οποία κανονικά τρέφονται σε γλυκό νερό μπορούν να διακριθούν απ' αυτά που τρώνε θαλασσινές μορφές από τη σύνθεση των λιπιδίων και τα σαρκοφάγα μπορούν να διακριθούν από τα χορτοφάγα από την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α.

6.7 λιπίδια και πείνα

Ενώ μια σταθερή ελάτωση των λιπιδίων χαρακτηρίζει την συντήρηση χωρίς τροφή σε όλες τις περιπτώσεις, τα περιεχόμενα λιπίδια δεν μπορούν αναγκαία να παραχθούν σαν αξιόπιστη ένδειξη της θρεπτικής αξίας των ψαριών. Ο Lovett έδειξε ότι υπάρχει μιά άμεση σχέση ανάμεσα στο μέγεθος του χελιού και των περιεχομένων λιπιδίων, έτσι ώστε μια εκτίμηση της κατάστασης αυτών των ψαριών να είναι δύσκολη.

Όμως η μεταφορά των λιπιδίων κατά την διάρκεια της κινητοποίησης φαίνεται στα περιεχόμενα ελεύθερα λιπαρά οξέα του σώματος, τα οποία αυξάνουν κατά την διάρκεια της πείνας και παραμένουν σε υψηλότερα επίπεδα για αξιοσημείωτη περίοδο. Η εκλεκτικότητα των ψαριών στην χρησιμοποίηση των αποθεμάτων σε λιπίδια είναι πολύ ενδιαφέρον ανα και οι πληροφορίες είναι ελλιπείς.

Ο Lovett σημείωσε ότι υπάρχει μια σημείωση στην αναλογία των παραμέτρων C_{14} & C_{16} οξέων καθώς τα αποθέματα λιπιδίων του σολομού εξαντλούνται. Αυτή η εκλεκτικότητα χαρακτηρίστικα ήταν μεγαλύτερη στα αρσενικά άτομα παρά στα θηλυκά. Η αναλογία των υψηλώς ακόρεστων λιπαρών οξέων στους μυς της πέστροφας κατά την διάρκεια της πείνας, πιθανώς υποδηλώντας χρησιμοποίηση κορεσμένων λιπαρών οξέων. Τα λιπαρά οξέα χρησιμοποιούνται για ενέργεια κατά την διάρκεια της πείνας διαφορετικά από είδος σε είδος και σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Στα θηλυκά γνωρίζουμε ότι τα φωσφολιπίδια σχηματίζουν μέρος της δομής των ιστών του σώματος, για παράδειγμα τα κυτταρικά τοιχώματα, και έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η τροφή είναι σπάνια, αν και τριγλυκερίδια μπορούν να εξαντληθούν με αυτό τον τρόπο.

6.8 Λιπίδια και γεννητική ωρίμανση.

Η ωρίμανση των σαλμονίδων έχει σαν αποτέλεσμα την εκτεταμένη εξάντληση των αποθεμάτων λιπιδίων και μυών. Δεν χρησιμοποιούνται όλα

τα λιπίδια για ενεργειακούς σκοπούς. Στον οξύρυγχο 8% από αυτά μεταφέρονται στις θηλυκές γονάδες και 0,5% στις αρσενικές γονάδες, κατά την διάρκεια μετανάστευσης. Τα λιπίδια των άσπρων μυών αυτών των ειδών παρατηρήθηκε ότι μειώθηκε από 9,7% σε 1,8% κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, αλλά από 27,4% σε 6,8% στους σκούρους μύς, μια υψηλότερη τελική εικόνα αν και παρόμοια ποσοστιαία μείωση.

Συχνά όχι πάντα η σάρκα φθάνει στο μέγιστο των περιεχόμενων λιπιδίων πριν την ωοτοκία. Αυτή κυρίως είναι η περίπτωση του σολομού και του δίσουρου που ταξιδεύουν πάνω στα ποτάμια για να γεννήσουν. Το κρέας τότε είναι εξαιρετικό. Όταν επιστρέφουν έχουν χάσει αξιοσημείωτο βάρος και το κρέας είναι πτωχό ποιοτικά. Είναι δύσκολο να διακρίνουμε την επίδραση ανάμεσα στην γεννητική ωρίμανση και σε αυτή της διατροφής, καθώς τα ψάρια αυτά κατά την ωοτοκία τα ψάρια αυτά δεν τρώνε.

Μια μείωση του αποθέματος των λιπιδίων μπορεί να προκαλέσει μια φανερή αύξηση στην συγκέντρωση των λιποδιαλυτών υλικών τα οποία δεν χρησιμοποιούνται όπως η βιταμίνη Α. Η ανάπτυξη των αναπαραγωγικών οργάνων συνοδεύεται με μείωση του περιεχόμενου λίπους στους μύς και με αύξηση στο συκώτι, το οποίο λειτουργεί. Σε πέστροφες τον Νοέμβριο με Δεκέμβριο με αύξηση του σωματικού βάρους δεν παρατηρήθηκε αύξηση των λιπών αλλά μείωση αυτών % και αυτό συσχετίζεται με την γεννητική ωρίμανση για την αναπαραγωγή.

Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην χημική σύνθεση του σώματος σε ανώριμα θηλυκά και αρσενικά άτομα πεστροφών. Δεν υπάρχει φυλετική διαφορά στην χημική σύνθεση των γονάδων πριν την ωρίμανση των γονάδων, στο ίδιο ψάρι. Έχει αποδειχτεί ότι κατά την διάρκεια της ωρίμανσης του εκτεφόμενου σολομού, οι πιο χαρακτηριστικές αλλαγές είναι η ελάττωση των περιεχόμενων λιπών και πρωτεϊνών και αύξηση του περιεχόμενου νερού στο φιλλέτο. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και

άλλοι ερευνητές όταν ανέλυσαν του μυς του οξύρυγχου κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής μετανάστευσης:

Αρχή ποταμού (ανώριμα άτομα):

Νερό :74 -76%.

Πρωτεΐνες: 22 -23%.

Λίπη: 4-7%.

Ανώτερα σημεία ποταμού (ώριμα άτομα):

Νερό: 77-78%.

Πρωτεΐνες: 20%.

Λίπη: 2-3%.

Κατά την αναπαραγωγική μετανάστευση η στάχτη μειώνεται σταδιακά, τα αμινοξέα των εδώδιμων μέρων σταδιακά μειώνονται. Μελετήθηκε η βιολογική, χημική και οργανοληπτική αλλαγή κατά την διάρκεια της ωρίμανσης σε εκτρεφόμενο σολομό. Από τον Ιούνιο στον Δεκέμβριο τα περιεχόμενα στο φιλλέτο λίπη μειώνονται από 12% σε 5%, η πρωτεΐνη μειώθηκε από 22% σε 19% και το νερό αυξήθηκε από 68% σε 74%. Αποτέλεσμα αυτών ήταν η οσμή και η γεύση να γίνουν λιγότερο σαφείς και η υφή της σάρκας έγινε υδαρής και τραχεία.

Συμπεραίνουμε ότι τα λίπη και οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται για ενεργειακό μεταβολισμό και για την ανάπτυξη των γονάδων.Καθώς αδειάζουν οι μυς από τα λίπη και τις πρωτεΐνες, το περιεχόμενο νερό αυξάνεται, περισσότερο ίσως στο ενδοκυτταρικό διάστημα . Η μείωση των λιπών δεν επιρέασε σημαντικά την σύνθεση των λιπαρών οξέων.

Οι αλλαγές στα λίπη, πρωτεΐνες και νερό του καλλιεργούμενου σολομού είναι πολύ μικρότερες από αυτές που αναφέρονται για τον άγριο σολομό. Κατά την διάρκεια της γεννητικής ωρίμανσης τα λίπη στον άγριο σολομό μειώνονται από 13% σε 1,1% και στον άγριο οξύρυγχο από 18% σε 1,6% ενώ οι πρωτεΐνες μειώνονται από 17% σε 14% και το νερό αυξάνει από 63% σε 80%.

Οι διαφορές αυτές κυρίως εξηγούνται από την μεικρότερη φυσιολογική δραστηριότητα και την συνεχόμενη διατροφή των καλλιεργούμενων σολομών. Μελετήθηκαν επίσης οι χημικές αλλαγές κατά την πρώτη γεννητική ωρίμαση της πέστροφας. Βρέθηκε μια αύξηση στην ξηρή ουσία και στα λίπη στα ανώριμα άτομα και στα ώριμα αρσενικά άτομα, ενώ στα θηλυκά δεν υπήρχε αλλαγή κατά την διάρκεια της ωρίμασης. Αυτό φανερώνει την μεγαλύτερη χρησιμοποίηση ενέργειας από τα θηλυκά άτομα για τον σχηματισμό των γονάδων και συνεπώς λιγότερη ενέργεια περισσεύει για να εναποτεθεί σαν λίπος στους μυς.

Κατά την περίοδο της φωτοκίας, λίγο πριν την ωογέννεση τα θηλυκά παύουν να τρέφονται και ικανοποιούν τις ενεργειακές των ανάγκες από τα αποθέματα ενέργειας του σώματος και των σπλάχνων με αποτέλεσμα την εμφάνιση μείωσης στα λίπη. Τα αρσενικά καταναλώνουν αρκετή τροφή κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και επιπλέον παράγουν μικρότερο όγκο γεννητικών προϊόντων σε σχέση με τα θηλυκά, με συνέπεια την εναποθέση μεγάλης ποσότητας ενέργειας ως λίπος στους μυς.

Μια επιπρόσθετη εξήγηση της αύξησης του λίπους των μυών στα αρσενικά και στα ανώριμα άτομα είναι ότι προτεινόμενη εναπόθεση λιπών παρά πρωτεϊνών στους μυς και τα σπλάχνα είναι κοινό φαινόμενο σε ψάρια που ζουν σε χαμηλής ή μειούμενης θερμοκρασίας νερά. Άλλα είδη ψαριών χρησιμοποιούν αποθέματα λιπών για την αναπαραγωγική μετανάστευση.

Οι γονάδες των θηλυκών αυξάνουν ταχύτερα από των αρσενικών καθώς δαπανάται περισσότερη μορφή ενέργειας. Βρέθηκε ότι η αναλογία λιπών και πρωτεϊνών των μυών αυξάνει πριν την αναπαραγωγική περίοδο και μειώνεται κατά την διάρκεια. Με την αύξηση του λίπους οι περιεχόμενες πρωτεΐνες μειώνονται με ταυτόχρονη αύξηση της ξηράς ουσίας.

Τούτο σημαίνει ότι τα ψάρια περιέχουν μια σταθερή ποσότητα πρωτεΐνης στους μυς και οι διακυμάνσεις των λιπών δημιουργούν την

κύρια διακύμανση. Αυτό είναι φυσικό αφού τα αποθέματα λίπους είναι τα πιο κινητά από τις πρωτεΐνες και κυρίως χρησιμοποιούνται για ανάπτυξη και σχηματισμό ιστών. Ο Junk μελέτησε την πρωρινή εναπόθεση λίπους σε 40 είδη του γλυκού νερού του Αμαζονίου, σαν προσαρμογή στις περιβαλλοντολογικές αλλαγές του ποταμού, αλλά και στη γενετική ωρίμανση.

Γενικά το περιεχόμενο νερό ήταν λιγότερο στα φιλλέτα παρά στο σώμα, ενώ τα λίπη και η στάχτη ήταν υψηλότερα σε όλο το σώμα και οι πρωτεΐνες κατά μέσο όρο ήταν ελαφρώς υψηλότερες στα φιλλέτα. Η μεγάλη πλειοψηφία των ειδών αυτών που αναλήθηκαν έδειξε μια σαφή εποχικότητα στην σημανική σύσταση, ενώ τα λίγα είδη παρέμειναν σταθερά.

Είδη με σαφώς ισχυρή εποχικότητα στην εναπόθεση λίπους είναι γνωστά σαν μεταναστεύοντα για αναπαραγωγή ή και για τροφή και εναποθέτουν πελώριες ποσότητες αυγών μια και έξω, μια φορά τον χρόνο. Η εναπόθεση ξεκινά τον Μάρτιο- Απρίλιο μετά την γεννητική περίοδο, με το μέγιστο των λιπών, να επιτυγχάνεται όταν τα νερά του ποταμού έχουν ανάβει και έχουν πλημμυρίσει τις γειτονικές εκτάσεις, με συνέπεια αφθονία τροφής.

Το χαμηλότερο επίπεδο λιπών απαντά μόλις πριν και κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Είδη με ελάχιστη ή όχι σαφή εποχικότητα στην εναπόθεση λίπους είναι μάλλον στάσιμα. Γεννούν πολλές φορές ετησίως από την έναρξη ανύψωσης της στάθμης του νερού μέχρι τις πλημμύρες ή όλο το έτος παράγοντας μικρό αριθμό αυγών. Είναι ισχνά, αλλά μπορούν να δείξουν μια ελαφριά αύξηση στο λίπος και την πρωτεΐνη καθώς κατεβαίνει η στάθμη των νερών και τελειώνει η αναπαραγωγική περίοδο.

6.9 Αλληλοσχετίσεις μεταξύ των κυρίων συστατικών και του λίπους.

Πρώτος ο Atwater απέδειξε την αντίστροφη σχέση περιεχόμενου νερού και λίπους. Επίσης οι Jacquot & Greach την ανεξαρτησία λίπους - πρωτεϊνών και ότι υπερβολικό λίπος στους ιστούς αποκτάθηκε σε βάρος του νερού των ιστών. Οι εσωτερικές σχέσεις των κύριων συστατικών των μυών ποικίλουν ανάμεσα στα είδη σύμφωνα με το που αποθηκεύεται το λίπος. Στα λιπαρά ψάρια αποθηκεύεται περισσότερο από αυτό στους μύς και μεγάλες αλλαγές στην συγκέντρωση απαντούν εκεί κατά την διάρκεια του έτους.

Στα μη λιπαρά ψάρια αποθηκεύεται στο συκώτι και έτσι η κατάσταση στους μύς είναι διαφορετική

Πέρνοντας μικρούς ιστούς λιπαρών ψαριών θα δούμε μια καταπληκτική σχέση ανάμεσα στα λιπίδια και στο νερό. Μια αύξηση στην αναλογία του έτους οδηγεί στην μείωση του άλλου, ώστε το τελικό άθροισμα κατά προσέγγιση να είναι σταθερό. Βρέθηκε ότι το περιεχόμενο νερό στον οξύρυγχο αυξήθηκε σε όλο το σώμα από 60 σε 77% κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής μετανάστευσης, αλλά το συνολικό ποσό των λιπιδίων και νερού ήταν ακόμη περίπου 80%

Οι πρωτεΐνες δεν εμφάνισαν αλλαγές ίσως διότι η εξάντληση δεν ήταν αρκετή, αλλά είναι φανερό ότι σε μερικά είδη οι πρωτεΐνες καταναλώνονται αφού τα λιπίδια φθάσουν κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο.

Το άθροισμα των λιπιδίων και του νερού δεν στην πράξη σταθερό αλλά αυξάνει καθώς τα λιπίδια αυξάνουν. Οι αναλογίες της πρωτεΐνης και της στάχτης όπως αναφέρεται προηγουμένως σε ξηρό ελεύθερο λιπιδίων υπόλοιπο είναι σταθερές 86,5% και 13% αντίστοιχα, οι μύς στα με λιπαρά ψάρια συμπεριφέρονται διαφορετικά στο ότι υπάρχει μια χρονική καθυστέρηση πριν εμφανιστούν τα συνολικά αποτελέσματα.

Εάν το ψάρι είναι καλά θρεμένο και προσαρμόσται σε τεχνητό σιτηρέσιο, στην πράξη το περιεχόμενο νερό δεν αυξάνεται ως ότου

περάσουν αρκετές βδομάδες. Αυτό είναι λογικό γιατί το ψάρι καταναλώνει πρώτα τους υδατάνθρακες και τα λιπίδια από το συκώτι και μετά αρχίζει να κινητοποιεί τις πρωτεΐνες των μυών και μόνο όταν οι προηγούμενες πηγές ενέργειας έχουν σχεδόν χρησιμοποιηθεί.

Μετά την χρησιμοποίησή των πρωτεϊνών το νερό κινείται να καταλάβει τη θέση του στους μυς. Σε έντονες περιόδους ασιτίας το περιεχόμενο νερό αυτών των ειδών μπορεί να αυξηθεί μέχρι 88%, με αντίστοιχη πτώση των πρωτεϊνών. Τα περιεχόμενα λίπη των μυών είναι περίπου 1% και ασφαλώς μεταβάλλονται, αλλά σαφώς επικυριαρχεί η σχέση πρωτεΐνης -νερού.

Συνεπώς θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι η σχέση λίπους - νερού σε ένα λιπαρό ψάρι και πρωτεΐνης νερού σε ένα άπαχο ψάρι ομοιάζουν στο ότι ένας όγκος λίπους ή από τους μυς ή από το συκώτι χρησιμοποιείται πρώτο για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και οι πρωτεΐνες κινητοποιούνται μετά εφόσον βάβαια απαιτείται. Έτσι είναι πιθανόν ότι τα αποθέματα πρωτεϊνών χρησιμοποιούνται ευκολότερα στην ανάπτυξη των γονάδων παρά κατά την διάρκεια απλής εξάντλησης.

Μπορούμε να σημειώσουμε δυο ανώμαλες περιπτώσεις:

1.Οι Gras et al δημοσίευαν ένα διάγραμμα που δείχνει τα επίπεδα πρωτεϊνών και νερού στην ιριδίζουσα πέστροφα μετά πό περίοδο 6 μηνών που συμπεριλάμβανε την αναπαραγωγική εποχή. Οι τιμές των πρωτεϊνών έπεφταν έντονα για 4 εβδομάδες αυτής της εποχής το νερό δεν αλλάζει.

2.Ακόμη περίεργη είναι η συμπεριφορά του ανώριμου χελιού το οποίο διατηρείται σε εκτροφείο. Παρατηρήθηκε μια απώλεια του βάρους των πρωτεϊνών και όχι των λιπιδίων. Η συγκέντρωση των λιπιδίων συνεχώς εμφανίζεται να αυξάνει καθώς τα ψάρια πεινούσαν. Ο λόγος γιατί αυτά τα χέλια κρατούσαν τα αποθέματα λιπιδίων με επιμονή. Πάντως δεν μπορούμε να γενικεύσουμε τελείως ένα φαινόμενο γιατί αυτό δεν είναι γενικό σε όλα τα είδη των ψαριών.

6.10 Σύνθεση λιπιδίων - λιπαρών οξέων και διανομή στους ιστούς.

Οι Choi et al ερεύνησαν την διανομή των συνθετικών λιπιδίων στους ιστούς των μυών, δέρματος και σπλάχνων στον κοινό κυπρίνο. Στο φιλλέτο τα περιεχόμενα λιπίδια ήταν 3,88% (ελεύθερα 2,47%, δεσμευμένα 1,41%), στο δέρμα 8,02% (ελεύθερα 3,54%, δεσμευμένα 2,64%).

Σε όλα τα μέρη του σώματος τα ελεύθερα συνίσταται από 68% - 92%NL, 3-6%GL & 4-18%PL. Τα δεσμευμένα από 8,20%NL, 2 - 7 % GL & 47-62% PL. Τα ελεύθερα λιπίδια των ιστών σε κάθε μέρος ήταν τριγλυκερίδια και μερικά διγλυκερίδια, αλλά στα σπλάχνα υπάρχουν και σημαντικές ποσότητες ελευθέρων λιπαρών οξέων. Τα δεσμευμένα λιπίδια περιλαμβάνουν αισθητές ποσότητες εστεροποιημένης στερόλης, υδατάνθρακες και τριγλυκερίδια. Επίσης οι Choi et al μελέτησαν την σύσταση και διανομή των λιπιδίων του χελιού σε διαφορετικούς ιστούς.

Τα περιεχόμενα λιπίδια στην σάρκα, δέρμα και σπλάχνα, ήταν 24,94% -20% και 14,86% αντίστοιχα υψηλότερα απ' ότι σε άλλα ψάρια γλυκού νερού. Τα ελεύθερα λιπίδια συνίσταντο από NL 86,71 - 94%, PL 4,13-12,74 & GL 0,63-1,22 και τα δεσμευμένα από PL 51,74-75,21%, NL 14,41 -36,82 & GL 5,12 - 7,51%.

Μελέτησαν ακόμη την σύνθεση των λιπαρών οξέων στον ασημοκυπρίνο και βρήκαν ότι τα περιεχόμενα κορεσμένα οξέα C₁₆ και ακόρεστα C₁₈ είναι τα υψηλότερα, ενώ τα πιο χαμηλότερα είναι τα ακόρεστα C₂₀. Επίσης στον ασημοκυπρίνο τα λιπαρά οξέα είναι κυρίως τα C₁₄, C_{16:0}, C_{18:2}, C_{18:3}. Τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα είναι ασήμαντα.

Η αναλογία των κορεσμένων στους μυς και των 2 ψαριών είναι χαμηλότερη από ότι των ακόρεστων οξέων, ενώ με την αύξηση του σωματικού μήκους των ψαριών τα περιεχόμενα κορεσμένα οξέα αυξάνουν ενώ τα ακόρεστα μειώνονται. Η συνολική αναλογία των μακρούς αλυσίδας οξέων ήταν υψηλότερη από τα μικρής αλυσίδας οξέων. Τα περιτού αριθμού

μονοακόρεστα οξέα ήσαν χαμηλότερα από τα με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα.

Οι Summer et al συνέκριναν το Αυστραλέζικο χέλι με το χέλι της Νέας Ζηλανδίας όσον αφορά τα περιεχόμενα λίπη και την σύνθεση των λιπαρών οξέων. Βρήκαν στο πρώτο περιεχόμενο λίπος 12,6% και στα μεταναστεύοντα λίπος 19%, ενώ στο δεύτερο 8,7 και 15% αντίστοιχα. Επίσης η ουρά είχε 3-4 φορές περισσότερα λιπίδια απ'ότι ο κορμός. Το πρώτο είχε χαμηλότερη αναλογία 22:5 και C22:6 και υψηλότερη C18:0 και C 17:0 λιπαρών οξέων από το δεύτερο, σαν αποτέλεσμα χαμηλότερου βαθμού ακόρεστων στα λιπίδια του πρώτου.

6.11 Επίδραση της πυκνότητας εκτροφής στην χημική σύσταση του σώματος.

Η πυκνότητα εκτροφής επιρεάζει έμμεσα τις φυσιολογικές και μεταβολικές συνθήκες των ψαριών και συνεπώς την χημική σύσταση του σώματος. Στην εργασία σε ιχθύδια ιριδίζουσας πέστροφας σε ημίκλειστο κύκλωμα εκτροφής δεν βρήκαν γραμμική συσχέτιση μεταξύ πυκνότητας εκτροφής και πρωτεϊνών, λιπών, υγρασίας και στάχτης σώματος διαπιστώθηκε ότι με την βαθμιαία αύξηση της πυκνότητας αυξήθηκε βαθμιαία και το περιεχόμενο στο σκώτι λίπος, πιθανόν λόγω μείωσης της μεταβολικής δραστηριότητας και της κίνησης.

Σε άλλη εργασία του ο Παπουτσόγλου κάνει μια αναφορά σε ανοικτές δεξαμενές πάλι θα μπορούσε να διαπιστώσουμε την έλλειψη γραμμικής σταθερής συσχέτισης πυκνότητας εκτροφής και κύριων συστατικών σώματος, αλλά τηννύπαρξη μιας διακυύμανσης μέσα όμως στα φυσιολογικά παραδεκτά όρια υγιούς ανάπτυξης των ψαριών. Τέλος πάλι εργασία των ιδίων ερευνητών υπάρχει αναφορά σε πλήρη εκτροφική περίοδο και με συνθήκες εκτροφής συνήθεις στην πράξη εφαρμοζόμενες, διεπιστώθη με την αύξηση της πυκνότητας αύξηση της υγρασίας των λιπών. Γενικά όμως θα μπορούσαμε να πούμε ότι η πυκνότητα εκτροφής δεν

επιρεάζει την χημική σύσταση του σώματος σε τέτοιο βαθμό ώστε να εμποδίζεται η ομαλή ανάπτυξη των ψαριών, εφόσον βέβαια τηρούνται σε κανονικές συνθήκες οι υπόλοιποι παράγοντες εκτροφής.

6.13 Επίδραση της διατροφής στα λιπίδια και λοιπά κύρια συστατικά του σώματος.

Πολλές διατροφικές εργασίες έχουν δημοσιευτεί για τα ψάρια του γλυκού νερού που εξετάζουν την σχέση τροφής και ενεργειακών συστατικών της με τα χαρακτηριστικά των ψαριών και φυσικά με την χημική τους σύσταση, με προφανή σκοπό την μείωση του κόστους παραγωγής με την χρησιμοποίηση φθηνότερων σιτηρεσίων.

Έρευνες απέδειξαν την αποφασιστική επίδραση της σύνθεσης της τροφής του κυπρίνου. Βεβαιώνοντας τις συνθήκες διατροφής η αναλογία του εδάδιμου μέρους αυξήθηκε από 35% σε 67%, τα περιεχόμενα λιπίδια από 0,4% σε 4,8% και οι πρωτείνες από 14,8% σε 19,5%.

Μικρές αλλαγές στην σύνθεση του σώματος παρατηρήθηκαν κατά την προσθήκη άλατος 4-12% στην τροφή ιχθυδίων πέστροφας. Υπήρξε τάση να έχουν ελαφριά αύξηση στο περιεχόμενο και πρωτείνες και μείωση των περιεχομένων λιπιδίων. Η στάχτη δεν έδειξε αξιόλογη αλλαγή.

Οι Παπουτσόγλου και Παρασκευάς ερεύνησαν με διατροφικό πείραμα την πέστροφα και ξεκαθάρισαν ότι τύπος και η ποσότητα της τροφής επιρεάζουν σημαντικά την σύνθεση του σώματος, περισσότερο από την ηλικία. Παραθέτουμε την χημική σύσταση άγριας πέστροφας που αναφέρεται στην εργασία και η οποία έχει περισσότερη υγρασία και πρωτεΐνη και λιγότερα λίπη απ' τα εκτρεφόμενα με τεχνητή τροφή άτομα.

Όλο το σώμα: N: 78,84, Π: 16,48, Λ:2,33,Σ: 2,52. Και το φιλέτο περιέχει τα εξής: N: 76,83, Π: 19,36, Λ: 1,92, Σ:1,99. Ο Παπουτσόγλου χρησιμοποίησε 4 πειραματικά σιτηρέσια του ιδίου μίγματος πρώτων υλών αλλά με διαφορετική σύνθεση βιταμινών, απαραίτητα λιπαρά οξέα και

ιχνοστοιχεία σε πέστροφες με σκοπό τον προσδιορισμό των ποσοτήτων των παραπάνω στοιχείων που θα πρέπει να υπολογίζεται στην κατάρτιση των σιτηρεσιών. Ευνοικότερη χημική σύσταση του πειράματος ήταν Υγρ:78,2 -Πρτ: 16% -Λίπη: 2,9% και στάχτη: 2,5%.

6.14 Proximate Composition ψαριών γλυκών νερών.

Εκτός από τις εργασίες που ήδη αναφέρθησαν σε προηγούμενους παραγράφους και οι οποίες μας παρείχαν δεδομένα για την σωματική σύνθεση των κύριων συστατικών των ψαριών του γλυκού νερού σε σχέση με εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες, κατά καιρούς έχουν δημοσιευτεί στην διεθνή βιβλιογραφία χημικές μεταβολές και συστάσεις του σώματος των ψαριών, χωρίς να συσχετίζονται με άλλες παραμέτρους και περισσότερο ενδεικτική σημασία έχουν στο να εκτιμηθεί η θρεπτική αξία των ψαριών αυτών.

Οι παρακάτω τρεις εργασίες που παρουσιάζονται έχουν περισσότερο γενική σημασία. Έτσι οι:

1. Shimma ερεύνησε την ανάπτυξη και χημική σύσταση του σώματος των 2 φυλών του κυπρίνου (Yamato & Mirror). Βρήκε ότι ο Yamato έχει καλύτερη ανάπτυξη. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ υγρασίας και στις 2 φυλές και δημοσίευσε τις εξής εξισώσεις:

Yamato: $Y=80,7 - 0,88X$ και Mirror: $Y=82,5 - 1,40X$ όπου $Y=$ η περιεχόμενη ολική υγρασία και $X=$ ολικά λίπη.

2. Οι Pirazzoli et al δημοσίευσαν την μέση σύνθεση των ψαριών των γλυκών νερών για τους μικρούς ιστούς του γατόψαρου στην Ιταλία. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα κυμάνθηκαν από 30-40% των συνολικών λιπαρών οξέων, ενώ το προφίλ των αμινοξέων έδειξαν ότι τα ουσιώδη αμινοξέα ήταν όλα παρόντα σε ικανοποιητικά επίπεδα και ισορροπημένες τιμές, ενώ το οριακό αμινοξύ με την χαμηλότερη τιμή.

3. Οι Sato et al εξέτασαν την χημική σύσταση των κυπρινοειδών στην λίμνη BIWA της Ιαπωνίας, ώστε να εκτιμηθεί η θρεπτική αξία των ψαριών του γλυκού νερού. Επί πλέον διαπίστωσε ότι τα φιλέτα των μικρών μεγεθών ψαριών ήταν πλούσια σε σχετικά στάχτη και λιπίδια. Τα λιπίδια εδωδιμων μερών ήσαν πλούσια σε παλμιτικό και ολειακό. Η περιεκτικότητα των συνολικών πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ήταν χαμηλότερη στα λιπίδια των μωών ή όλου του σώματος των κυπρινοειδών, παρά στους μως θαλασσινών ψαριών.

7. Συμπεράσματα.

Για να έχουμε μια υπελείως γενική εικόνα από διαιτητικής πλευράς, παραθέτουμε μια εκτίμηση των ορίων που μπορούν να κυμανθούν οι τιμές των κύριων χημικών συστατικών στο εδάδιμο μέρος των ψαριών.

Υγρασία: 62,3 -81,8% με μέση τιμή 74%

Πρωτεΐνη: 14,3 - 22,5% με μέση τιμή 18%

Στάχτη: 0,9 - 1,5% με μέση τιμή 1,2%

Λιπίδια: 0,74 - 19,9% με μέση τιμή 7%.

Φυσικά η χημική σύσταση όλου του σώματος των ψαριών, σύμφωνα και με τα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους αναμένεται διαφοροποιημένη όσο αφορά το νερό και τις πρωτεΐνες, λίπος και στάχτη λόγω της παρουσίας σπλάχνων, λεπιών και οστών, ενώ οι υδατάνθρακες οι οποίοι δεν αναφέρονται λόγω μικρής ποσοτικής παρουσίας αυξάνουν λόγω της παρουσίας του συκωτιού.

Σαν γενικό συμπέρασμα ανακεφαλαιώνοντας όσα αναφέρθησαν, σημειώνουμε τα παρακάτω σαν θεμελιώδεις αρχές:

1.Την αξιοσημείωτη αντίστροφη και σχεδόν γραμμική σχέση νερού και λίπους, το άθροισμα των οποίων πρακτικά θα μπορούσε να το θεωρήσουμε ίσον με 80+1.

2.Με την αύξηση της ηλικίας του ψαριού, θα πρέπει να αναμένουμε αύξηση των λιπών και μείωση της υγρασίας, ενώ για τις πρωτεΐνες και την στάχτη δεν μπορούμε να προεξοφλήσουμε την συμπεριφορά τους, γεγονός όμως θα πρέπει να είναι η αύξηση της πρωτεΐνης στα πρώτα τοθλάχιστον στάδια ανάπτυξης των ιστών.

3.Έλλεψη τροφής συνεπάγεται την πρωταρχική κινητοποίηση των υδατανθράκων του σώματος και κυρίως του συκωτιού, με ταυτόχρονη χρησιμοποίηση των λιπιδίων, ενώ οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται στην αρχή της πείνας, εάν δε η έντασή της είναι μεγάλη, το ψάρι δεν θα διστάσει να αντλήσει απ' αυτές , διατηρώντας ένα ελάχιστο απόθεμα λίπους. Γεγονός

είναι ότι τα ψάρια χρησιμοποιούν σαν ενεργειακά αποθέματα τους υδατάνθρακες και τα λιπίδια, ενώ τις πρωτεΐνες στην ανάπτυξη σώματος και γονάδων.

4. Η γεννητική ωρίμανση προκαλεί μείωση στα περιεχόμενα στο σώμα λίπη, πρωτεΐνες και στάχτη και αύξηση στην υγρασία.

5. Μεταξύ αγρίων και εκτρεφόμενων ατόμων υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές. Όπως περισσότερη πρωτεΐνη, στάχτη και υγρασία στα πρώτα και λίπος στα δεύτερα.

6. Εποχιακή διακύμανση στα κύρια συστατικά έχει διαπιστωθεί με το μέγιστο των πρωτεϊνών και του νερού των λιπιδίων τον χειμώνα.

7. Τέλος η διατροφή επιρεάζει όπως είναι φυσικό σημαντικά την χημική σύσταση του σώματος, χωρίς όμως να είναι ευχερής η διατύπωση σταθερών συσχετίσεων μεταξύ των χημικών συστατικών του σώματος και αυτών του σιτηρεσίου.

ΜΕΡΟΣ Β: ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΨΑΡΙΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΝΩΝ ΚΑΙ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ ΥΔΑΤΩΝ.

1 Επίδραση Αλατότητας

Αναλύθηκαν τα ηπατικά και μυϊκά λίπη του λαβρακιού υπό την επίδραση των εποχιακών διακυμάνσεων και της αλατότητας. Η εφαρμογή δυο ακραίων τιμών αλατότητας δηλαδή θαλασσινού νερού 36‰ και σε σχεδόν γλυκού νερού 4‰ σε εκτροφή νεαρών λαυρακιών, προκάλεσε τροποποιήσεις των περιεχόμενων λιπών τους, που διέφεραν υπό την επίδραση των εποχιακών διακυμάνσεων.

Στο θαλασσινό νερό τα ολικά λιπίδια ελαττώθηκαν από το τέλος του χειμώνα μέχρι το τέλος του φθινόπωρου. Στο νερό επιπέδου αλατότητας 4‰ παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο κυρίως το καλοκαίρι. Τα τριγλυκερίδια ελαττώνονται στο ήπαρ και τους μυς, με τρόπο περισσότερο ή λιγότερο αμαλό, από το χειμώνα μέχρι το φθινόπωρο και στα δυο επίπεδα αλατότητας. Τα φωσφολιπίδια είναι αρκετά σταθερά στους μυς, ενώ μεταβάλλονται στο ήπαρ.

Αξιοσημείωτη είναι η αύξηση των ελευθέρων λιπαρών οξέων μέσα στο ήπαρ από τον μήνα Ιούλιο και μετά και για τα δυο επίπεδα αλατότητας, καθώς και στους μυς του καλοκαιριού μέχρι το τέλος του φθινοπώρου για τα αλμυρά νερά και από το τέλος Οκτώβρη και μετά για το επίπεδο αλατότητας 4‰.

Η σύνθεση του λίπους στα ψάρια του γλυκού νερού, είναι διαφορετική από εκείνη των θαλασσίων ειδών. Η αλατότητα φαίνεται να είναι κρίσιμος παράγοντας σ' αυτή την άποψη. Αυτές οι καταστάσεις φαίνεται να έχουν ένα παρόμοιο αποτέλεσμα στα χαμηλότερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας, όπως το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν. Μπορεί κατά συνέπεια να είναι σημαντική σαν διατροφική επίδραση στα είδη και πιο πέρα κατά την περεία της τροφικής αλυσίδας.

Η διατροφή έχει σημαντική επιρροή επί της σύνθεσης του λίπους των ιστών και των οργάνων στα ψάρια. Η γενικά τάση είναι να αποθηκεύεται λίπος νε σύνθεση παρόμοια με αυτή της τροφής. Αυτός ο παράγοντας γίνεται ουσιώδης μόνο όταν η δίαιτα περιλαμβάνει εκτιμητές αναλογίες λίπους.

Σε μια εργασία οι συγγραφείς συγκρίνουν την σύνθεση της σάρκας του σκομπριού και εκείνη του πλαγκτόν. Η ποσότητα του λίπους στα ψάρια ακολουθεί εκείνη του πλαγκτόν, το οποίο ορισμένες εποχές του έτους μπορεί να φθάσει το 10%. Παρόμοιες διαφορές παρατηρούνται σε πολλά ψάρια της ανοιχτής θάλασσας, τα οποία τρέφονται με πλαγκτόν, του οποίου η αφθονία και η σύνθεση ποικίλλει κατά πολύ.

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα που αφορούν τις διατροφικές συνήθειες των ψαριών. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις πειραματικές διαδικασίες που έγιναν σε ενυδρεία και αφορούσαν την διατροφή των κεφάλων. Φαίνεται ότι οι νεαροί κέφαλοι είναι εξαιρετα πειραματικά ψάρια για διαιτητικές μελέτες. Είναι σκληροί, αλιεύονται εύκολα, ανθίστανται στις ασθένειες και προσαρμόζονται εύκολα σε συνθήκες ενυδρείου.

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων των κυρίων τροφών είναι και δείκτες των διαιτητικών λιπιδίων. Τα λιπαρά οξέα των ολικών λιπιδίων αναλύθηκαν από το φυτοπλαγκτόν αυγά και ναύπλιους του *Calanus* καθώς και αυγά του ιχθυδίου *Gadus morhua*.

2 επίδραση βιότοπου - ψαρότοπου.

Τα ψάρια που ψαρεύονται σε περιοχές κόλπων, έχοντας εκτραφεί καλύτερα, έχουν γενικά υψηλότερη ποσότητα λίπους, από τα ψάρια που ψαρεύονται σε ανοικτή θάλασσα. Εκτός αυτών των ποσοτικών διαφορών, υπάρχουν αλλαγές και στη φύση των λιπιδίων.

3. Επίδραση πείνας και επιλεκτική κινητοποίηση του λίπους.

Η επιβίωση των ψαριών χωρίς τροφή χαρακτηρίζεται από μια συνεχή αποδόμηση των λιπιδίων. Οποσδήποτε η μεταφορά των λιπιδίων κατά την διάρκεια της κινητοποίησης μπορεί να φανεί στα ελεύθερα λιπαρά οξέα του αίματος που αυξάνονται κατά την πείνα και διατηρούν ένα αυξημένο επίπεδο για σημαντική περίοδο.

Η επιλεκτικότητα των ψαριών στην χρήση των αποθηκευμένων λιπιδίων είναι ενδιαφέρουσα. Ο Ioverni παρατήρησε ότι υπάρχει πτώση των αναλογιών των υπολοίπων C_{14} & C_{18} όσο τα αποθηκευμένα λιπίδια του σολομού εκπλύνονται. Η επιλεκτικότητα χαρακτηρίζει περισσότερο τα αρσενικά από τα θηλυκά. Η *Clupea harengus* επιλέγει τα πλέον ακόρεστα λιπίδια όταν χρησιμοποιεί αποθέματα. Το ίδιο συμβαίνει και στον γάδο όπου η τιμή του ιωδίου των λαδιών του ήπατος πάφτει κατά τη μέγιστη έκπλυση.

Η κατανομή όμως των κορεσμένων αλλάζει λίγο κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου. Η κατάσταση δεν ισχύει για όλα τα είδη, η αναλογία των υψηλών ακόρεστων λιπαρών οξέων στους μυς της πέστροφας αυξάνει κατά την πείνα δείχνοντας πιθανά τη χρησιμοποίηση των κορεσμένων οξέων. Στα θηλαστικά φαίνεται ότι τα φωσφολιπίδια αποτελούν μέρος των ιστών του σώματος π.χ κυτταρικά τοιχώματα και έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όταν η τροφή είναι σπάνια, αν και τα τριγλυκερίδια μπορούν. Αλλά πείνα του οξύρυγχου και του γάδου προκαλεί πτώση των φωσδολιπιδίων αναλογικά με τα συνολικά λιπίδια.

Τα ψάρια φαίνεται ότι μπορούν να υποστούν σημαντική υποβάθμιση των κυττάρων του μυϊκού συστήματος και να επιβιώνουν.

4. Γενικά χαρακτηριστικά των λιπιδίων στα ψάρια.

Τα επόμενα κοινά χαρακτηριστικά συναντιώνται στα έλαια των ιχθύων:

1.Καθώς τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, παλμιτικό οξύ είναι πάντα παρόν στο 10-18% της ολικής ποσότητας των λιπαρών οξέων, το μυριστικό οξύ παρουσιάζονται σε μικρές ποσότητες σε μικρότερες υπερβαίνει το 1-2%.

2.Σχετικά με τα ακόρεστα συστατικά παρόντα σε ουσιώδεις ποσότητες, σε ψάρια θαλασσινού νερού, τα λιπαρά οξέα με 18, 20,22 άτομα άνθρακος είναι πάρα πολύ άφθονα αλλά, με ένα βαθμό κορεσμού διαφορετικ. Στα ψάρια γλυκού νερού τα λιπαρά οξέα υπερέχουν σε 16 (30% του συνόλου) και 18 άτομα άνθρακα. Αντίθετα με τα ζωικά λίπη και τα φυτικά έλαια, τα λιπίδια των ψαριών ή σχεδόν καθόλου λινολικό οξύ.

3.Σχετικά με τη δομή των μορίων των γλυκεριδίων, οι τρεις θέσεις της αλκοόλης μπορεί να εστεροποιηθεί είτε από το ίδιο λιπαρό οξύ ή από διαφορετικά οξέα. Τα πιο κοινά λιπαρά οξέα είναι τα ακόλουθα:

Μονοενοικά οξέα:

Παλμιτολικό οξύ με άνθρακα 16, γαδολεικό οξύ με άνθρακα 20, σελακολεικό οξύ με άνθρακα 24(άφθονο στο λάδι του καρχαρία αλλά δεν συναντάται μέχρι τώρα στα τελεόστεα ψάρια).

Πολυενοικά οξέα:

Κλουπανοδοιζικό οξύ με άνθρακα 22 και περιέχει πέντε διπλούς δεσμούς, αραχιδονικό οξύ με άνθρακα 20 και τέσσερις διπλούς δεσμούς, Ιραζονικό οξύ με άνθρακα 16 και τρεις διπλούς δεσμούς, μιζινικό οξύ και τουνικό οξύ με άνθρακα 24, η σύνθεση των οποίων μέχρι τώρα δεν έχει καλά εδραιωθεί έστω και αν έχουν γίνει αρκετές μελέτες.

5.1 Ειδικά γνωρίσματα.

5.1.1 Χονδροιχθύες (ελασματοβράγχιοι ιχθύες)

Στο λάδι του ήπατος αυτών των ειδών, το περιεχόμενο των κορεσμένων λιπαρών οξέων είναι σχετικά υψηλό, ενώ η αναλογία των ακόρεστων λιπαρών οξέων με άνθρακα 18 είναι πάνω από το μέσο όρο των άλλων θαλασσινών ψαριών, οστειχθύων. Μερικά από τα έλαια έχουν μια υψηλή σύνθεση στην ομάδα των καρχαριών. Διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει για να ταξινομηθούν σε κατηγορίες τα έλαια του ήπατος των χονδροιχθυδίων.

Ο Pathak και άλλοι ξεχωρίζουν τέσσερις κατηγορίες όσον αφορά το περιεχόμενο των ακόρεστων λιπαρών οξέων και το βαθμό του κορεσμού. Οι πρώτες τρεις ομάδες περιέχουν λιπαρά οξέα σε ποσοστό 20%, η τέταρτη ομάδα περιέχει περισσότερα. Σ' αυτήν την τελευταία ομάδα ταξινομούνται τα έλαια του ήπατος των ακολούθων καρχαριών *Carcharias melanopterus*, *Pristis cuspidatus* & *Galeocerdo tirginus*.

Ο Tsujimoto έκανε τις ακόλουθες έρευνες και κατέληξε στα εξής συμπεράσματα σε σχέση με το σαπυνοποιούμενο υλικό.

1. Όταν είναι χαμηλό αποτελείται κυρίως από χοληστερόλη.

2. Όταν είναι στο μέσο όρο περιέχει, εκτός της χοληστερόλης, μεγάλες ποσότητες μακρυσ αλυσίδας αλκοολών κορεσμένων ή ακόρεστων.

Ο Lovett παρατήρησε ότι η παρουσία αυτών των αλκοολών σε επαρκή ποσότητα φέρνει μαζί με αυτό και μια αξιοσημείωτη ελάττωση της αναλογίας των ακόρεστων λιπαρών αλκοολών. Το περιεχόμενο των κορεσμένων αλκοολών αυξάνεται. Στο ήπαρ των καρχαριών της Φορμόζας, η αναλογία του μη σαπυνοποιημένου υλικού φθάνει σε 87,5% και εκείνη των υδατανθράκων φθάνει το 84%.

5.1.2 Τελεόστεοι οστειχθύες

Είναι απαραίτητο να γίνει διαχωρισμός ανάμεσα στα ηπατικά και στα σωματικά έλαια. Οι διαφορές στη σύνθεση των ελαίων του ήπατος είναι εμφανείς, όχι μόνο ανάμεσα στα είδη αλλά επίσης εντός του ίδιου είδους. Τα σωματικά έλαια των τελεόστεων ψαριών έχουν ιδιαίτερος μελετηθεί σχετικά με το προϊόν του ελαίου της σύνθεσής του και των φυσικών και τωμχημικών χαρακτηριστικών.

Σύμφωνα με τον Swan ένα από τα πιο κοινά λιπαρά οξέα στα έλαια ψαριών έχει έξη διπλούς δεσμούς και φθάνει σ' ένα βαθμό κορεσμού 50% υψηλότερο από εκείνου στα φυτικά έλαια. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα ανοίγει μεγάλες πιθανότητες για βιομηχανικές εφαρμογές. Ιδιαίτερος η χοληστερόλη ευρίσκεται στο μη σαπυνοποιημένο τμήμα των σωματικών ελαίων.

Γενικά βρίσκεται περισσότερο στους κόκκινους μυς, συγκριτικά με τους κανονικούς Λευκούς μυς. Φωσφοαμινολιπίδια είναι επίσης παρόντα, συχνά μάλλον σε μεγάλες αναλογίες όπως φαίνεται από την ανάλυση του Wilber και Del Pomo.

6. Πρωτείνες

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε τους παράγοντες που επιδρούν στην ποσότητα και την σύνθεση των πρωτεϊνών, την σύσταση των πρωτεϊνών, δηλαδή το Άζωτο σε σχέση με τις πρωτείνες, το μη πρωτεϊνικό και το πρωτεϊνικό Άζωτο, τα νουκλειικά οξέα και τα αμινοξέα, καθώς επίσης θα δωθούν ορισμένα συμπεράσματα για τις πρωτείνες και τη σύνθεσή τους στους διάφπρους ιστούς των ψαριών των θαλασσινών και υφάλμυρων νερών.

6.1 Επίδραση του φύλου

Συχνά πιστεύεται ότι το κρέας των θηλυκών δειγμάτων περιέχει περισσότερη πρωτεΐνη από εκείνο των αρσενικών ψαριών. Αν και αυτή η άποψη έχει πιστοποιηθεί για τους σολομούς δεν έχει γενική ισχύ. Αναφέρεται ότι το κρέας του θηλυκού βακαλάου περιέχει λιγότερη πρωτεΐνη και περισσότερο νερό από του αρσενικού, άσχετα από το στάδιο της γεννητικής ωρίμανσης.

Αντίθετα οι ίδιοι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν καμία σχέση μεταξύ της σύνθεσης του κρέατος της ρέγγας της Βαλτικής και του φύλου. Από την άλλη πλευρά, σε ορισμένα είδη, τα υψηλότερα νούμερα για την περιεκτικότητα πρωτεΐνης στα θηλυκά, δεν αποτελεί φαινόμενο για ολόκληρο το χρόνο, αλλά χαρακτηρίζει ένα ορισμένο φυσιολογικό στάδιο.

Από έρευνες του Arevalo μπορούμε να συμπαιράνουμε ότι το θηλυκό Horse mackerel είναι στην αρχή του σεξουαλικού κύκλου, πλουσιότερο σε πρωτεΐνη από το αρσενικό, ενώ το αντίθετο παρατηρείται μετά την γεννητική αναπαραγωγή. Έτσι οι διαφορές που οφείλονται στο φύλο δεν παρουσιάζουν σταθερό πρότυπο αλλά υπόκεινται σε εποχιακές διαφορές.

6.2 Επίδραση της ανατομίας ή επιλεκτικής ανατομικής κατανομής.

Η πρωτεΐνη, το λάδι, η υγρασία και τα τέφρα προσδιορίστηκαν σε 5 τμήματα 6 ψαριών που αλιεύτηκαν στην Ν.Α ακτή της Ν Ζηλανδίας από τον Vlieg το 1984. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λάδι των ανοικτών μυών του φιλλέτου ήταν 19,8 και 24,1%, της κεφαλής 16,8 και 23,7 του σκελετού 19,6 και 23,1 των εντοσθίων 21,7 και 6,6% του δέρματος 23,5 και 57,7% και του συνολικού ψαριού 19,5% πρωτεΐνη και 23,5% λάδι. Από τον ίδιο συγγραφέα μελετήθηκε η προσεγγιστική σύνθεση των φιλλέτων, κεφαλής, εντοσθίων, δέρματος και σκελετού 10 εμπορεύσιμων ψαριών της Ν Ζηλανδίας. Το εύρος της μέσης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη στο φιλέτο ήταν 17,1-21,6%. Τη σύνθεση της των λευκών σκελετικών μυών των

μεσοπελαγικών ιχθυών, με διάφορες περιεκτικότητες νερού και πρωτεΐνης εξέτασαν διάφοροι συγγραφείς.

Η συνολική πρωτεΐνη του μύος χαρακτηρίζεται σε διαλυτή και αδιάλυτη. Και οι μειώνονται σε μύς με μειωμένη πρωτεΐνη. Ο A.B.E Η το 1984 εξέτασε την κατανομή της ελεύθερης ιστιδίνης, κυανοσίνης αρσενίνης και βαλενίνης στους λευκούς και ερυθρούς μύς σε 9 είδη θαλασσινών ψαριών. Η περιεκτικότητα σε ιστιδίνη των λευκών μύων ήταν 15,8-92,8 $\mu\text{mol/gr}$ στα σκοτεινόσαρκα ψάρια και 4,06 - 20,3 $\mu\text{mol/gr}$ στα λευκόσαρκα ψάρια και 4,06- 20,3 $\mu\text{mol/gr}$ στα ενδιάμεσα.

Τη δομή ενός πεπτιδίου από το πάγκρεας του σολομού ανέλυσαν οι Kimmel J.R et al & οι Culfield S M et al μελέτησαν τη διάταξη των αμινοξέων της σωματοτροπίνης-28 και των πεπτιδίων YY του *Cottus scotiarius* το 1987. Οι πρωτεΐνες του αίματος μελετήθηκαν στα μη αιμογλοβινικά ψάρια του Ανταρκτικού, από τον Suruki M. Αναλύθηκαν δείγματα αίματος από μη αιμογλοβινικά ψάρια της οικογένειας για πρωτεϊνικές ενώσεις.

Η συνολική πρωτεΐνη στο σύνολο του αίματος και στο πλάσμα ήταν 2,5 και 1,8 $\text{gr}/100 \text{ ml}$ αντίστοιχα. Στο σύνολο του αίματος είναι μόνο 10-20% συγκρινόμενη με τα κοινά ψάρια. Ένα μόριο με τη ρελαξίνη απομονώθηκε από τις ωοθήκες του χονδριχθούς, που αποτελείται όπως η ρελαξίνη των χοιρινών από δυο αλυσίδες συνδεόμενες με διθειώδεις δεσμούς τύπου ινσουλίνης.

Ο συνολικός αριθμός των αμινοξέων είναι 54. Τη σειρά των αμινοξέων της σκυλλιορινίνης Z_1 και τη σύγκριση με την πρωταρχική δομή των πρωταμινών του σκυλόψαρου, έκαναν οι Chevaillier p et al. Η σκυλλιορινίνη Z_1 είναι μια από τις τέσσερις πρωταμίνες των πυρηνών του ώριμου σπέρματος σκυλόψαρου. Η πρωτεΐνη έχει υψηλή περιεκτικότητα σε αργινίνη και κυστεΐνη και η πολυ[ε]τιδική αλυσίδα περιέχει 50 είδη αμινοξέων. Τα μοριακά αυτά χαρακτηριστικά εμφανίζονται επίσης στις

πρωταμίνες των θηλαστικών, αλλά διαφέρει από των τελεόστεων. Η σειρά των αμινοξέων αποκαλύπτει μη εμφανή αναλογία με τις πρωταμίνες των τελεόστεων.

6.3 Εποχιακές επιδράσεις, γεννητική ωριμότητα.

Η σημασία των εποχιακών διαφορών και επιδράσεων είναι πολύπλοκη όπως ήδη έχουμε αναφέρει γιατί εμπλέκονται πολλοί παράγοντες. Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στην ποσότητα και σύνθεση των πρωτεϊνών είναι το στάδιο της γεννητικής ωριμότητας και οι συνθήκες διατροφής των ψαριών.

Στην εργασία του Hale αναφέρονται προσεγγιστικές χημικές συνθέσεις για εποχιακά δείγματα των ψαριών από τον κόλπο του Μεξικού. Οι μέσες περιεκτικότητες πρωτεΐνης άρχιζαν από 20,6% μέχρι 22,6% από τον κόλπο του Μεξικού. Τις αλλαγές στη σύνθεση των αμινοξέων στα γεννητικά προϊόντα του οξύρυγχου, κατά την διάρκεια της θαλασσινής περιόδου της ζωής του, μελέτησε ο G.A. Mirkhanov το 1984.

Την άνοιξη, με τις χαμηλές θερμοκρασίες τα περιεχόμενα ελεύθερα αμινοξέα στα γεννητικά προϊόντα των ώριμων και ανώριμων ατόμων οξύρυγχου μειώνονται στο ελάχιστο με τη μείωση της διατροφής και τη μείωση της μεταβολικής διαδικασίας του οργανισμού. Με την αύξηση του σώματος, ο εφοδιασμός των ελεύθερων αμινοξέων στους γεννητικούς αδένες αυξάνονται εφάφρα.

Σαν αποτέλεσμα της ηλικίας, το ποιοτικό φάσμα των ελεύθερων αμινοξέων στους όρχεις και τις ωοθήκες δεν αλλάζει, αλλά οι συγκεντρώσεις των ατομικών αμινοξέων και οι εξωτερικές τους ποσότητες υφίστανται αξιοσημείωτες μεταβολές. Στους όρχεις κατά τη διάρκεια από την ώριμη γεννητική κατάσταση II στην κατάσταση III, οι συγκεντρώσεις ορισμένων αμινοξέων και οι απόλυτες ποσότητές τους μειώνονται, αλλά η ποιοτική σύσταση αυξάνεται. Αυτό φαινομενικά συνδιάζεται με τη σύνθεση

ειδικών πρωτεϊνών χαρακτηριστικών για τη δεδομένη χρονική κατάσταση σπερματογένεσης.

Στο θηλυκό Horse mackerel, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μειώνεται από 18 σε 16% κατά τη διάρκεια του γεννητικού σταδίου.

6.4 Επίδραση διατροφής

Τις μεταβολές της περιεκτικότητας σε ελεύθερα αμινοξέα των νεαρών οξύρυγχων, υπό συνθήκες εκτροφής μελέτησε ο Amir Khan το 1983. Στη μελέτη αυτή απέδειξε ότι, κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και αύξησης των νεαρών οξύρυγχων, ο συνολικός αριθμός των ελεύθερων αμινοξέων εκτείνεται και λαμβάνει ένα ουδέτερο χαρακτηριστικό που οφείλεται στην ελάττωση των βασικών και όξινων αμινοξέων και την αντίστοιχη αύξηση των ουδέτερων (πίνακας 1) θα είχε πρακτική σημασία για τη διατροφή του η επισήμανση των βασικών, όξινων και ουδέτερων αμινοξέων.

Συγκριτική μελέτη για την πρωτεΐνη και την σύνθεση των αμινοξέων στον άγριο και εκτρεφόμενο χέλι έγινε από τους Choi J & H et al το 1986. Ανέλυσαν τους μυς άγριου και εκτρεφόμενου χελιού και του εκτρεφόμενου χελιού για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και του διαγράμματος των αμινοξέων. Οι διαφορές της κατανομής των σαρκοπλασματικών και ινομυϊκών πρωτεϊνών αναλύθηκαν με ηλεκτροφόρηση.

Η πρωτεΐνη των μυών του άγριου χελιού συντίθεται από 30,78 % σαρκοπλασματικές, 59,02% μωινώδεις, 9,73% υπολειματικές ενδοκυτταρικές και 2,4% στρώμα κλάσματος. Στα εκτρεφόμενα χέλια η σύνθεση ήταν αντίστοιχα 31,81%, 58,37%, 8,1% και 1,80%. Οι σαρκοπλασματικές και μωινώδεις πρωτεΐνες συντίθονταν από 16 έως 14 υπομονάδες στα άγρια χέλια και 22 έως 15 υπομονάδες στα εκτρεφόμενα.

Διατροφικό πείραμα πρωτεΐνης έγινε σε νεαρά άτομα *Mugil capito* αρχικού βάρους 2,5gr επί 97 ημέρες από τους Παρασκευά - Παπουτσόγλου

και Αλέξη το 1985. Δεν βρέθηκε σοβαρή μεταβολή στη χημική σύσταση του σώματος με τη μεταβολή της πρωτεΐνης στην τροφή, ενώ υψηλά ποσά υδατανθράκων στη σιτηρέσιο προκάλεσε υψηλή συγκέντρωση γλυκογόνου στο συκώτι, σαν αποτέλεσμα μεγένθεσής του.

Από τη χημική σύνθεση επιβαιβεώθηκε η μεταβολή των σωματικών πρωτεϊνών, υγρασίας, λίπους, στάχτης με το μέγεθος του ψαριού, όπως είχαν δείξει και άλλες παλαιότερες εργασίες. Δεν παρατηρήθηκε σοβαρή εξάρτηση των σωματικών πρωτεϊνών με τις πρωτεΐνες της τροφής, ενώ αύξηση στις σωματικές πρωτεΐνες σε σχέση με τις πρωτεΐνες της τροφής βρέθηκε στην γλώσσα .

Στην εργασία που αναφερόμαστε υπάρχει μια αύξηση των σωματικών πρωτεϊνών μέχρι ένα ιδανικό σημείο (24%) της πρωτεΐνης της τροφής, πέρα από το οποίο δεν σημειώνονται σημαντικές αλλαγές. Η ενέργεια ότι το σωματικό λίπος αυξάνεται με τους υδατάνθρακες της τροφής, είναι ένδειξη σύνθεσης λιπιδίων από υδατάνθρακες αφού τα λίπη της τροφής είναι καθαρά.

Στη συνέχεια εξετάζεται το αποτέλεσμα του διατροφικού πειράματος που έγινε από τις ίδιους ερευνητές. Το σωματικό λίπος αυξάνεται με τους υδατάνθρακες της διαίτας, που είναι ένδειξη σύνθεσης λιπιδίων από υδατάνθρακες. Οι πίνακες 2, 3 δείχνουν τη χημική σύσταση του σώματος του *Mugil capito*. (% υγρού βάρους) κατά τέσσερα τροφικά επίπεδα, ο δε 2ος τη χημική σύσταση του συκωτιού(% υγρού βάρους) στα 4 τροφικά επίπεδα.

Πίνακας 1:

| Διαφορετικές ηλικίες | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Αμινοξέα | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Συνολικά | 260,9 | 282,0 | 367,3 | 458,0 | 925,3 |
| Βασικά | 14,2 | 14,3 | 14,3 | 13,8 | 7,5 |
| Όξινα | 9,2 | 9,1 | 9,3 | 6,7 | 11,6 |
| Ουδέτερα | 76,6 | 76,6 | 76,4 | 79,5 | 80,9 |

Πίνακας 2:

| Αρχικός πληθυσμός | A | B | Γ | Δ | |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Υγρασία | 66,6±0,7 | 63,1±0,4 | 62,0±1,0 | 60,8±1,3 | 63,9±0,8 |
| Πρωτεΐνες | 19,0±0,4 | 17,3±0,4 | 18,0±0,4 | 18,0±0,2 | 18,0±0,3 |
| Λίπη | 10,1±0,1 | 14,8±0,1 | 15,6±0,1 | 16,6±0,1 | 13,7±0,1 |
| Τέφρα | 5,0±0,2 | 4,4±0,1 | 4,3±0,1 | 4,3±0,1 | 4,5±0,2 |
| Παρ/νη ενέργεια (Kcal) | 2,03 | 2,38 | 2,49 | 2,59 | 2,31 |

Πίνακας 3:

| | A | B | Γ | Δ |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Πρωτεΐνη | 11,9±1,5 | 12,4±1,0 | 14,4±1,5 | 14,3±1,6 |
| Λίπη | 6,3±2,1 | 8,4±1,9 | 8,0±1,4 | 10,2±1,6 |
| Γλυκογόνο | | | | |

Πίνακας 4: Διανομή της ραδιοακτινοβολίας των αμινοξέων των μύων του λαβρακιού. Σύνθεση σε αμινοξέα των πρωτεϊνών του ψαριού(μύες αυγά) και σύνθεση της ιδανικής περιεχόμενης στο σιτηρέσιο πρωτεΐνης.

| Αμινοξύ | Διανομή της ραδιβολίας DPM/μmole C | Απαραίτητα Αμινοξέα | gr / 100 gr πρωτεΐνης | | |
|------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|------|---------------------|
| | | | Μύες | Αυγά | πρωτεΐνη Σιτηρεσίου |
| Λυσίνη | 0 | A | 10,1 | 7,7 | 8,4 |
| Ιστιδίνη | 0 | A | 2,3 | 2,4 | 2,3 |
| Αργινίνη | 0 | A | 6,0 | 6,0 | 6,3 |
| Τρυπτοφάνη | (*) | (+) | 1,1 | (+) | 1,2 |
| Ασπαρτικό οξύ | 220 | A | 4,8 | 5,2 | 4,9 |
| Θρεονίνη | 0 | A | 4,8 | 5,2 | 10,9 |
| Σερίνη | 358 | - | 3,6 | 6,1 | 5,1 |
| Γλουταμινικό οξύ | 361 | - | 16,7 | 14,1 | 15,8 |
| Προλίνη | 59 | - | 3,6 | 7,3 | 4,1 |
| Γλυκίνη | 269 | - | 4,6 | 3,5 | 6,4 |
| Αλανίνη | 10474 | - | 6,5 | 8,0 | 6,8 |
| κυστίνη | (*) | (+) | 1,0 | (+) | 1,0 |
| Βαλίνη | 0 | A | 4,2 | 5,3 | 4,1 |
| Μειοθειονίνη | 0 | A | 3,2 | 2,7 | 3,0 |
| Ισολευκίνη | 0 | A | 8,5 | 9,5 | 8,3 |
| Λευκίνη | 0 | A | 8,5 | 9,5 | 8,3 |
| Τυροσίνη | ίχνη | - | 3,5 | 4,9 | 3,6 |
| Φαινυλαλανίνη | 0 | A | 4,2 | 4,1 | 4,3 |

Με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης του άνθρακα 14 για το διαχωρισμό των αμινοξέων και μη στο λαβράκι, αποδείχθηκε ότι η λίστα των απαραίτητων αμινοξέων είναι αυτή που ισχύει για τα περισσότερα ζώα. Συγκεκριμένα αυτά που δεν ενσωματώθηκαν με τον άνθρακα 14 είναι: ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειοθίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, βαλίνη, αργινίνη και λετιδίνη.

Τα μη απαραίτητα αμινοξέα είναι αυτά που συνθέτονται από άτομα άνθρακα που προέρχονται από τη γλυκόζη. Έτσι ενδιαφέρον σημείο είναι η μαζική ενσωμάτωση ραδιοακτινοβολίας στην αλαλίνη και η μικρή στον προλίνη. Επειδή οι αναλύσεις αφορούν το σύνολο των πρωτεϊνικών αμινοξέων φαίνεται ότι η ενσωμάτωση ραδιοάνθρακα γίνεται σε υψηλά επίπεδα στα ελεύθερα αμινοξέα που αποτελούν μικρό μέρος του συνόλου και αποκλειστικά στο επίπεδο της αλανίνης.

Στην περίπτωση της προλίνης φαίνεται ότι παρεμβαίνουν οδοί αργής βιοσύνθεσης και δείχνει το ευαίσθητο των ορίων μεταξύ απαραίτητου αμινοξέως. Στην τσιπούρα η περίπτωση της αργινίνης είναι ενδιαφέρουσα. Οι ερευνητές ενώ την έχουν τοποθετήσει στα απαραίτητα αμινοξέα δεν έχουν προσδιορίσει ακριβώς τις απαιτούμενες ποσότητες της.

Η ανάπτυξη του ψαριού είναι αμετάβλητη με την κατανάλωση που περιείχαν 1-3% αργινίνης. Ερευνητές έδειξαν ότι οι ανάγκες σε αργινίνη στα θαλάσσια είδη ψαριών είναι λιγότερο υψηλές από αυτές του γλυκού νερού. Οι διαφορές αυτές ενεργότητας των ενζύμων του κύκλου της ουρίας, η οποία είναι υψηλότερη στο γλυκό νερό παρά στο αλμυρό.

Οι ανάγκες σε αργινίνη που έχει πρωτεύοντα ρόλο στον κύκλο της ουρίας, ελαττώνονται με την αύξηση της αλατότητας του νερού. Το ποσοστό μεθειονίνης και κυστίνης επί τοις % της πρωτεΐνης του σιτηρεσίου, όταν είναι κατώτερο του 3% παρατηρείται επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης και στα δυο είδη. Το άριστο ποσοστό είναι 4-4,8%. Για την κατάρτιση ισορροπημένου σιτηρεσίου σε απαραίτητα αμινοξέα θα

πρέπει η περιεχόμενη πρωτεΐνη να έχει σύνθεση ίδια τουλάχιστον με αυτή του αυγού του κάθε είδους. Η εφαρμογή του κανόνα αυτού στην πράξη έδειξε επιτυχής γιατί δεν παρουσιάστηκαν συμπτώματα ελλείψεως σε κάποιο αμινοξύ και επί του παρόντος είναι η καλύτερη εφαρμοσμένη μέθοδος.

Οι ελάχιστες μικτές ανάγκες συντήρησης σε άζωτο αφορούν στην κάλυψη των δαπανών του ενεργού ενδογενούς αζώτου και τις απώλειες στο επίπεδο της πέψεως και μεταβολισμού. Οι ελάχιστες αυτές ανάγκες εξαρτώνται λοιπόν και από την βιολογική αξία των πρωτεϊνών. Η απέκκριση εκτιμήθηκε μεταξύ 80 και 100mg/ kg ζωντανού βάρους και ανά ημέρα.

Στη θάλασσα τα ψάρια απεκκρίνουν 60-70% του αζώτου υπό μορφή αμμωνίας και 20-30% υπό μορφή ουρίας.

-Ανάγκες αναπτύξεως

Η κατά την ανάπτυξη εναποτιθέμενη στους ιστούς πρωτεΐνη δίνεται από την εξίσωση:

$$ΚΑΑ = ΠΔW$$

όπου:

ΚΑΑ = καθαρές ανάγκες αναπτύξεως

Π = Περιεκτικότητα του ΔW και

ΔW = Η μερήσια αύξηση του ΖΒ.

Το άριστο ποσοστό συμμετοχής πρωτεϊνών στον πρώτο χρόνο ζωής των ιχθυδίων τσιπούρας είναι εκτιμημένο από τους SABA T & IUQUET στο 40% περίπου. Στο λαβράκι είναι αντίστοιχα 50%.

Η φανερή δυσαναλογία μεταξύ των δυο αυτών ειδών όσον αφορά την παραχόμενη πρωτεΐνη μπορεί να εξηγηθεί από τις χρησιμοποιούμενες πειραματικές μεθόδους και κατά ένα άλλο από τη φύση της χρησιμοποιούμενης πρωτεΐνης και το ισορροπο των σιτηρεσίων. Η χρησιμοποίηση κατά των πρωτεϊνών για την κάλυψη των καθαρών ενεργειακών αναγκών των τελεόστεων είναι αποδεικτική. Στα νεαρά

λαβράκια οι απώλειες που έχουν εκτιμηθεί είναι από 13mh/Kcal - 17,5 mg/Kcal.

Επειδή οι πρωτεΐνες είναι η πιο ακριβή πηγή ενέργειας, η κατάρτιση του σιτηρεσίου θα πρέπει να γίνεται με ανάλογες λιπαρών ουσιών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών τέτοιες ώστε να εξοικονομείται το μεγαλύτερο δυνατό των τελευταίων για την αύξηση των ιστών.

Η πεπτικότητα του αμού αραβοσίτου στο λαβράκι είναι 40-50%. Παράλληλα έχει παρατηρηθεί μια επίδραση της παρουσίας των υδατανθράκων επί της πεπτικότητας των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών. Η δραστηριότητα των πρωτεϊνών μετρημένη *in vitro* και η αληθής πεπτικότητα των πρωτεϊνών μετρημένη *in vivo* ελαττώνονται με την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των πολυακόρεστων στο σιτηρέσιο.

Όταν η γλυκόζη περιέχεται σε ποσοστό >10% ο ρυθμός ανάπτυξης, η μετατρεψιμότητα της τροφής και η απορροφήση των πρωτεϊνών ελαττώνονται και στα δυο είδη. Κατά συνέχεια η χρησιμοποίηση σακχάρων για ενεργειακούς σκοπούς είναι αρκετά περιορισμένη και η μέγιστη ανεκτή περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε ΕΝΕΟ υπό τον όρο ότι αυτές θα αντιπροσωπεύονται από θερμικά κατεργασθέν άμυλο και τα ανεκτά ποσά γλυκόζης ή σακχαρόζης (<5%) είναι 30% Ε. Ο.

Σχέσεις μεγαλύτερες ελαττώνουν την αύξηση του ζώντος βάρους από μνάδα πρωτεΐνης της τροφής και την αποτελεσματικότητα της διατροφής.

7. Επίδραση πείνας

Η επίδραση της πείνας είναι προφανές ότι εκφράζεται ναορίτερα στα δραστήρια ψάρια. Αξοσημείωτη μείωση της πρωτεΐνης του ορού του αίματος μετά από πείνα 15 ημερών βρέθηκε στο *Scyllium canicula* είναι αρκετή για να επιδράση σε ψάρια όπως τα χέλια. Επειδή η κινητοποίηση των πρωτεϊνών των ψαριών που κολυμβούν είναι πιο γρήγορη, η δραστηριότητα των ενζύμων είναι μεγαλύτερη και παρατηρήθηκε πιο γρήγορη αυτόλυση του μυός, ειδών όπως το *Scomber scombrus* σε σύγκριση με το *Gadus morhua*.

Οι αλλαγές δείχνουν ότι ορισμένα τμήματα χρησιμοποιούνται προτιμησιακά. Κατά την διάρκεια της πείνας στα ψάρια η πρωτεΐνη μειώνεται. Η μείωση αυτή επέρχεται πρώτα σε βάρος των αλβουμινών και έπειτα σε βάρος της α και β-γλοβουλίνης. Οι γ- γλοβουλίνες δεν χρησιμοποιήθηκαν με τον τρόπο αυτό και έδειξαν αύξηση σε απόλυτες τιμές του αίματος μειώθηκε ή ότι η γ- γλοβουλίνη εισήλθε στην κυκλοφορία του αίματος σαν αποτέλεσμα διάσπασης των πρωτεϊνών σε άλλους ιστούς.

Όσον αφορά τα στερεά συστατικά του σώματος, βρίσκουμε ότι από κοινού με τα θηλαστικά τα ψάρια διασπούν τις δομικές πρωτεΐνες ευκολότερα από τις δομικές πρωτεΐνες ευκολότερα από τις συνδετικές πρωτεΐνες. Το καλλαγόνο, η κύρια συνδετική πρωτεΐνη των ιστών έχει σταθερό μόριο και επειδή κινητοποιείται ελάχιστα κατά την διάρκεια της πείνας.

Ατροφία των επιδερμικών χιτώνων της πέστροφας παρατηρήθηκε ότι είχε σαν αποτέλεσμα μικρότερη κινητοποίηση των πρωτεϊνών. Οι σχετικές αλλαγές φαίνονται στα σχήματα 1,2 (παράρτημα) με την χρήση της ανάλυσης των αμονοξέων. Το σύνολο των ψαριών αναλύθηκε και το σχήμα 1 δείχνει τη μείωση του ασπαρτικού οξέος και της βαλίνης σε αντιστοιχία με την αποδόμηση των δομικών και λιωπών πρωτεϊνών κατά την περίοδο

ωοτοκίας. Σε αντίθεση με το σχήμα 2 που δείχνει τη σχετική αύξηση της υδροξυπρολυσίνης και οι δυο βρίσκονται στο σταθερό κολλαγόνου και όχι στις άλλες πρωτεΐνες.

Εμφανίζεται επίσης μια αύξηση στην απόλυτη ποσότητα του δερματικού κολλαγόνου που αποβάλεται κατά την διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας αλλά τίποτα δεν είναι γνωστό για τους μηχανισμούς που εμπλεκόνται.

7.1 Το άζωτο σε σχέση με τις πρωτεΐνες

Γενικά η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το σύνολο του Αζώτου με το συντελεστή 6,25. Η διαδικασία έχει υποστεί κριτική όσον αφορά τα ψάρια, αλλά ακόμη απέχουμε πολύ από το να συμφωνηθεί ποιος θα είναι ο συντελεστής που θα υιοθετηθεί. Ο Van de velde υπολόγισε ότι ο παράγοντας θα πρέπει να είναι γύρω στο 8.

Ο Fraga τον καθορίζει στο 7 για τα μύδια. Η τιμή 6,25 είναι επίσης πολύ υψηλή, διότι το άζωτο των ψαριών δεν είναι απόλυτα ενσωματωμένο στα μόρια των πρωτεϊνών.

7.2 Μη πρωτεϊνικό άζωτο

Η κλάση αυτή περιλαμβάνει ελεύθερα αμινοξέα, πτητικές βάσεις αζώτου, ιδιαίτερα αμμωνία. Έρευνες έδειξαν διάφορους συντελεστές προσδιορισμού και υπολογισμού των μορφών αυτών.

Η κρεατίνη η οποία λαμβάνει χώρα σχεδόν στο ίδιο ποσοστό σε όλες τις κατηγορίες ψαριών. Η ταυρίνη παίζει σημαντικό ρόλο στον κανονισμό του όγκου των κυττάρων και στα ασπόνδυλα και στα σπονδυλωτά.

Συμπαιρένεται ότι λειτουργικά ξεχωριστοί τρόποι μεταφοράς, συμμετέχουν στον ωσμωτικό κανονισμό των διακυτταρικών επιπέδων ταυρίνης και έτσι συνεισφέρουν στον ομοιοστατικό κανονισμό του όγκου των κυττάρων.

7.3 Πρωτεϊνικό άζωτο

Με την μέθοδο Ritthause προσδιορίζουμε το πρωτεϊνούχο αζώτου. Σκοπός είναι να δημιουργηθούν οι σωστές συνθήκες ψυχρής αποθήκευσης, τις τεχνικές για κόψιμο σε φιλλέτα και τις προϋποθέσεις για αφαίρεση των καθαρών πρωτεϊνών.

Από ανατομική άποψη τα φιλλέτα ιστών που χωρίζονται από ινώδη στρώματα τα λεγόμενα myoserts. Αυτά ευρίσκονται στο εσωτερικό τμήμα της σάρκας. Στα ψάρια όπως και στο κρέας υπάρχει και η εξωτερική πρωτεΐνη extracellular. Αλλά η αναλογία δεν είναι πλήρης. Μόνο μερικοί χονδριχθύες έχουν ένα υψηλό περιεχόμενο συνδετικών ένα υψηλό περιεχόμενο συνδετικών ιστών. Βρέθηκε ότι στα γατόψαρα 7% και στα σκυλόψαρα 11%.

Αυτά τα ποσοστά ευρίσκονται και στη σάρκα των χερσαίων θηλαστικών 15% στο κουνέλι 8-20% στην αγελάδα και 7% στους 8-20% στους μυς του άσπρου αρουραίου. Τα λέπια, εκτός των λεπιών της μουρούνας, απαρτίζονται από σκληροπρωτεΐνης που ανήκει στην ομάδα κερατίνης, στην οποία ο Morner έδωσε το όνομα ιχθυολεπιδίνη.

Η ουσία αυτή, εφοδιαζεται ιδιαίτερα με κυστίνη. Η σύνθεση του αμινοξέως στα λέπια της ρέγγας αναλύθηκε από τον ney. Η ιχθυόκολλα έχει απομονωθεί από την νυκτική κύστη του βακαλάου δια αφαιρέσεως με διάλυμα κιτρικού οξέως PLT 3-4. Ευρέθηκε δε ένα aminogram που να καλύπτει 18 αμινοξέα. Το επίπεδο της υδροξυπρολίνης βρέθηκε να είναι 4,5% του συνολικού αζώτου και σημαντικά υψηλότερο από αυτό των κολλαγόνων πρωτεϊνών των ψαριών. Η ιχθυόκολλα συγκρίνεται αυστηρά με το προκολλαγόνο των συνδετικών ιστών των θηλαστικών.

8. Συμπεράσματα

1. Το λίπος στα ψάρια συναντάται στο ήπαρ, στα σπλάχνα, στο μυϊκό ιστό, στο δέρμα, στο σπέρμα και στα αυγά.

2. Τα ψάρια διακρίνονται ανάλογα με την ποσότητα του περιεχομένου λίπους σε λιπαρά - ημιλιπαρά και άπαχα. Δεν πρέπει να γίνεται όμως πολύ αυστηρός διαχωρισμός μεταξύ λιπαρών και άπχων ψαριών εξαιτίας της διακύμανσης μεταξύ των ειδών και των ατομικών διαφορών.

3. Διάφοροι παράγοντες εξωγενείς, επηρεάζουν το βαθμό πάχυνσης και στη φύση των λιπών και λαδιών στα ψάρια. Η γνώση των παραγόντων αυτών είναι σημαντική καθώς το περιεχόμενο του λίπους συχνά είναι παράγοντας ποιότητας ποιότητας, συσχετιζόμενος επομένως με την τιμή.

4. Η σημασία των εποχιακών αλλαγών και διαφορών είναι πολύπλοκη επηρεαζόμενη από πολλούς παράγοντες ταυτόχρονα. Οι κυριότεροι απ' αυτούς είναι στο στάδιο της γεννητικής ωριμότητας και οι συνθήκες διατροφής.

5. Οι εποχιακές επιδράσεις επί των λιπών των ψαριών, δίνουν μεγαλύτερες τιμές κατά το φθινόπωρο απ' ότι την άνοιξη. Αναφορικά με την ποιότητα, σε όλα τα τμήματα των λιπών τα πολυάκόρεστα λιπαρά οξέα είναι περισσότερο το χειμώνα και το φθινόπωρο, ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα αυξάνονταν τους καλοκαιρινούς μήνες.

6. Παρατηρείται σημαντική μείωση των αποθεμάτων του λίπους κατά τη μετανάστευση και τα διάφορα στάδια της γεννητικής ωριμότητας, με ταυτόχρονη γραμμική αύξηση του περιεχομένου νερού. Η μικρότερη τιμή του περιεχομένου λίπους παρατηρείται μετά την ωοτοκία.

7. Υπάρχει αντίστοιχη γραμμική σχέση του λίπους με το νερό.

8. Υπάρχει συνεχής αποδόμηση, με συνέπεια τη μείωση των αποθεμάτων των λιπών, κατά τη διάρκεια της πείνας.

9. Η διατροφή έχει σημαντική επιρροή επί της ποσότητας και της σύνθεσης του λίπους των ιστών και της σύνθεσης του λίπους των ιστών και των οργάνων στα ψάρια. Η γενική τάση είναι να αποθηκεύεται λίπος με σύνθεση παρόμοια με αυτή της τροφής. Επομένως η ποσότητα και η σύνθεση του λίπους στα ψάρια της θάλασσας και των υφάλμυρων νερών, εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα των κατώτερων τροφικών επιπέδων ή της διατροφής.

Έχει αποδειχτεί ο απαραίτητος χαρακτήρας των λιπαρών μακράς αλυσίδας της σειράς Ω_3 για την τσιπούρα και το λαβράκι, αλλά δεν έχουν προσδιοριστεί ακριβώς οι ποσοτικές ανάγκες. Το άριστο ποσοστό συμμετοχής των λιπαρών ουσιών στα σιτηρέσια, είναι κατά μέσο όρο 12% στο λαυράκι. Στην τσιπούρα δεν παρατηρήθηκε βελτίωση ανάπτυξης με συμμετοχή των λιπών μεγαλύτερη κατά 8-9% (Σταύρος Αναστασίου 1986).

Οι κέφαλοι είναι εξαιρετα πειραματικά ψάρια για τις διαιτητικές μελέτες. Ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το ότι μπορούν να τραφούν με συνθετικές τροφές και ότι ανθίστανται στην αλατότητα. Τα πειράματα έδειξαν ότι σε διατροφή χωρίς λίπη, ο κέφαλος δεν συνθέτει τις μεγάλες ποσότητες των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που κανονικά βρίσκονται στα λίπη του σώματός του.

Όταν όμως του χορηγείται διατροφή που περιέχει τυπικά θαλασσινά λίπη ο κέφαλος τ' αποθηκεύει σχεδόν χωρίς αλλαγές.

11. Το σωματικό λίπος αυξάνεται με τους υδατάνθρακες της δίαιτας, που είναι ένδειξη σύνθεσης που είναι ένδειξη σύνθεσης λιπιδίων από υδατάνθρακες .

12. Η σύνθεση του λίπους στα ψάρια του γλυκού νερού είναι διαφορετική από εκείνη των θαλασσιών ειδών. Η αλατότητα φαίνεται να είναι κρίσιμος παράγοντας σ' αυτή την άποψη.

13. Υπάρχουν εποχιακές μεταβολές που επιδρούν στην ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών των ψαριών θαλασσινών και υφάλμυρων

νερών. Η σημασία των εποχιακών διαφορών είναι πολύπλοκη και είναι σχεδόν αδύνατον να γίνει σαφής διαχωρισμός μεταξύ της επίδρασης των πολλών παραγόντων που παίζουν κάποιο ρόλο. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι το στάδιο της γεννητικής ανάπτυξης και οι συνθήκες διατροφής.

14. Από ποιοτικής πλευράς οι ανάγκες σε απαραίτητα αμινοξέα είναι ίδιες με αυτές όλων των ψαριών και των περισσοτέρων θηλαστικών, ενώ διαφέρουν από ποσοτικής πλευράς. Οι ανάγκες σε μερικά από τα απαραίτητα αμινοξέα έχουν εκτιμηθεί σε ορισμένα είδη ψαριών.

Για την κατάρτιση ισορροπημένων σιτηρεσίων σε απαραίτητα αμινοξέα, θα πρέπει η παρεχόμενη πρωτεΐνη να έχει σύνθεση ίδια τουλάχιστον με αυτή του αυγού του κάθε είδους. Η εφαρμογή του κανόνα αυτού στην πράξη έδειξε επιτυχής, γιατί δεν παρουσιάστηκαν συμπτώματα ελλείψεως σε κάποιο αμινοξύ και επί του παρόντος είναι η καλύτερη εφαρμοσμένη μέθοδος.

Η χρησιμοποίηση κατά προτεραιότητα των πρωτεϊνών για τη κάλυψη των καθαρών ενεργειακών αναγκών των τελεόστεων είναι αποδεδειγμένη. Επειδή οι πρωτεϊνική είναι η πιο ακριβή πηγή ενέργειας, η κατάρτιση των σιτηρεσίων θα πρέπει να γίνεται με αναλογίες λιπαρών ουσιών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών τέτοιες ώστε να εξοικονομείται το μεγαλύτερο δυνατό μέρος των τελεόστεων για την αύξηση των ιστών, όπως είδαμε σε διατροφικά πειράματα που έγιναν από διάφορους ερευνητές.

14. Κατά το στάδιο της γεννητικής ωριμότητας και ωοτοκίας τα ψάρια έχουν μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες και ιδιαίτερα τα ψάρια που μεταναστεύουν από τα θαλασσινά στα γλυκά νερά των ποταμών για να γεννήσουν πέρα από τις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες των σταδίων, την περίοδο αυτή δεν λαμβάνουν τροφή.

Έτσι τα ψάρια αφού χρησιμοποιούν τα πρώτα αποθέματα ενέργειας τους υδατάνθρακες και λίπη, συνεχιζόμενης της έκλυσης αρχίζει η

κινητοποίηση και χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών την περίοδο αυτή τα ψάρια έχουν τις μικρότερες τιμές περιεχομένων πρωτεϊνών.

15. Η συνολική πρωτεΐνη του αίματος και των μυών μειώνεται κατά τη διάρκεια της πείνας, μετά από μία περίεργη αρχική αύξηση το μηχανισμό της οποίας να μαντεύουμε μπορούμε μόνο. Στους μυς βρέθηκε επίσης ότι το τμήμα που είναι αδιάλυτο σε 5%NaCl δείχνει μια απότομη αύξηση περίπου 3 εβδομάδες μετά την έναρξη της πείνας, ακολούθησε μια ακόμη έξαρση μπορεί να εμφανισθεί μετά από 7-10 εβδομάδες.

Τα διάφορα τμήματα των πρωτεϊνών στο αίμα μειώνονται κατά την πείνα, με την μοναδική εξαίρεση της γ-γλοβουλίνης που δείχνει σχετική αύξηση.

16. Στη γλώσσα η ποσότητα του λίπους κυμαίνεται από 0,5 - 9,6% ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παραμένει σταθερή κοντά στο 18%. Είναι λοιπόν απαραίτητο να τονισθεί η ανεξαρτησία μεταξύ πρωτεΐνης και λίπους, με την έννοια ότι οι διακυμάνσεις στην ποσότητα του λίπους δεν συνοδεύεται από ανάλογες αυξομειώσεις των πρωτεϊνών.

Όμως θα πρέπει να τονισθεί ότι κατά τη διάρκεια της αποδοτικότητας μετά από κάποιο κατώτατο επίπεδο λίπους στο σώμα των ψαριών, αρχίζει η κινητοποίηση και χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης. Από το σημείο αυτό και πέρα, συνεχιζόμενης της έκπλυσης του ψαριού μειωμένου του λίπους, μειώνεται και η πρωτεΐνη, ενώ παράλληλα αυξάνεται γραμμικά η ποσότητα του περιεχόμενου νερού.

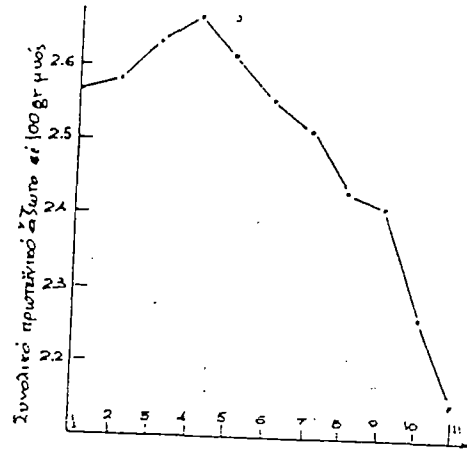
9. Βιβλιογραφία

1. Fish Feed technology.
2. Mc Dowall, Robert M: Diadrom in fishes: Migrations between freshwater and marine environments.
3. Colt John, White ray J. Fisheries bioengineering symposium.
4. Bioengineering symposium for fish culture.
5. Allen, Geoffren P. Bioeconomics aquaculture.
6. Lovell tow. Nutrition and feeding of fish.
7. Aquaculture technique et documentation c 1989-1/2/t.xxv 565 page.
8. Ellis Horwood 1984. Enviromental protection: Standards, comliance and costs.
9. Mailaid peters: Biology of freshwaters.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
Πίνακες -σχέδια

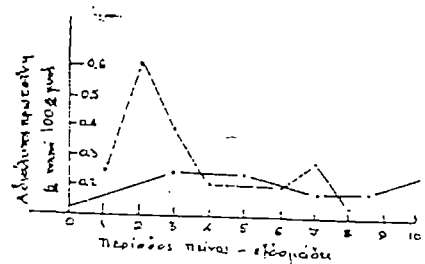
Σχήμα 9:

Μεταβολές στο σύνολικό πρωτεϊνικό άζωτο στους μυς του *Gadus morhua* κατά τη διάρκεια πείνας.



Σχήμα 10:

Μεταβολές στο κλάσμα μυϊκής πρωτεΐνης που είναι αδιάλυτο σε διάλυμα NaCl 5%.



Σχήμα 11:

Μεταβολές στο αδιάλυτο κλάσμα μυϊκής πρωτεΐνης σε NaCl 5% κατά τη διάρκεια πείνας σε *gadus morhua* από Σεπτέμβριο και μετά σε θερμοκρασία 9°C.

----- Σε πείνα από Οκτώβριο και μετά
 ————— Σε πείνα από Μάιο και μετά.

