

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μελέτη της βιολογίας και αλιείας του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) στον Παγασητικό κόλπο»



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7714/1
Ημερ. Εισ.: 11-11-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΙΥΠ
2009
ΓΕΩ

«Μελέτη της βιολογίας και αλιείας του
μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) στον
Παγασητικό κόλπο»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1) κ. Χρήστος Νεοφύτου, Καθηγητής, Ιχθυολογία – Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Επιβλέπων

2) κ. Έλενα Μεντέ, Μον. Επίκουρος Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

3) κ. Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, συμβασιούχος διδάσκων Π.Δ. 407/80 (Λέκτορας υπό διορισμό), Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Ι. Καραπαναγιωτίδη μέλος της τριμελούς επιτροπής για την σημαντική προσφορά του καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της πτυχιακής μου διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον υπεύθυνο της πρακτικής μου εξάσκησης Ι. Καπίρη για την πολύπλευρη βοήθεια του τόσο στην εκπλήρωση του πειραματικού μέρους της πτυχιακής μου όσο και των πολύτιμων πληροφοριών που μου έδωσε .

Ακόμη, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής Χ. Νεοφύτου και Ε. Μεντέ για τις πολύτιμες διορθώσεις τους, τον καθηγητή Θ. Τσίκληρα για το ενδιαφέρον του, για τις επισημάνσεις και γνώσεις περί του αντικειμένου που μου προσέφερε καθώς και την συμφοιτήτριά μου Ν. Ζούμπουλα για την συμμετοχή της στο εργαστήριο.

Τέλος, ευχαριστίες θέλω να δώσω στους γονείς μου και στα αδέρφια μου για την συμπαράσταση τους και την ανελλιπή ενθάρρυνση τους κατά την υλοποίηση της διατριβής μου .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στον Παγασητικό κόλπο και είχε ως σκοπό να μελετηθεί η βιολογία του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius* L., 1857) και να δώσει στοιχεία για την ηλικία, την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και τα αποθέματα του είδους σε αυτή την περιοχή.

Ένας συνολικός αριθμός 208 ατόμων μπακαλιάρου (*Merluccius m.*) αλιεύτηκε με μηχανότρατα τον Ιούνιο του 2008. για όλα τα άτομα έγινε η κατά μήκος σύνθεση, ενώ έγινε εκτίμηση της ηλικίας, μέσω στερεοσκοπικής παρατήρησης των ωτολίθων και συσχέτισης μήκους – ηλικίας. Στη συνέχεια έγινε συσχέτιση της ανάπτυξης των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των ωτολίθων με το μεσουραίο μήκος και το ολικό βάρος του ψαριού. Τέλος προσδιορίστηκε το φύλο και το αναπαραγωγικό στάδιο των ατόμων του πληθυσμού.

Από τις αναλύσεις και τις συσχετίσεις που έγιναν τα συμπεράσματα ήταν τα εξής:

- Τόσο στα αρσενικά όσο και στα θηλυκά άτομα διακρίνονται τρεις ομάδες μηκών.

- Συνολικά προσδιορίστηκαν 4 ηλικιακές ομάδες, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων (34,06%) είχε ηλικία 0+.

- Η σχέση μεσουραίου μήκους και ολικού βάρους σώματος που βρέθηκε ήταν:

- $TW=0.008 \times TL^{3.06}$ για το σύνολο των ατόμων
- $TW=0.001 \times TL^{2.98}$ για τα αρσενικά και
- $TW=0.008 \times TL^{3.09}$ για τα θηλυκά

- Η ανάπτυξη του μεσουραίου μήκους και του βάρους του ψαριού είναι ταχύτερη συγκριτικά με την ανάπτυξη του μήκους και του βάρους του ωτόλιθου
- Ο πληθυσμός του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο τον μήνα Ιούνιο που συλλέχθηκαν τα δείγματα αποτελείται στην πλειοψηφία του από ανώριμα και προς ωρίμανση άτομα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Γενικά χαρακτηριστικά του μπακαλιάρου (<i>M. Merluccius</i>)	4
1.1 Συστηματική κατάταξη	4
1.2 Κοινές ονομασίες μπακαλιάρου.....	5
1.3 Μορφομετρικά και ανατομικά χαρακτηριστικά.....	6
1.4 Περιγραφή εξωτερικών χαρακτηριστικών.....	6
1.5 Χρωματισμός.....	7
1.6 Τροφή.....	7
1.7 Βιότοπος.....	9
1.8 Γεωγραφική εξάπλωση.....	9
1.9 Αλιεία του μπακαλιάρου.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Περιοχή έρευνας – Δειγματοληψίες	13
2.1 Περιοχή έρευνας.....	13
2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου.....	13
2.1.2 Φυσικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου.....	15
2.1.2.1 Θερμοκρασία.....	15
2.1.2.2 Αλατότητα.....	16
2.1.2.3 Χρόνος ανανέωσης νερού.....	17
2.1.4 Υδροδυναμικά χαρακτηριστικά.....	17
2.1.4.1 Ταχύτητα – ρεύματα	17
2.1.5 Χημικά χαρακτηριστικά.....	19
2.1.5.1 Άζωτο.....	19
2.1.5.2 Φώσφορος.....	20
2.1.5.3 Διαλυμένο οξυγόνο.....	21
2.1.6 Πυθμένας.....	22
2.1.6.1 Τύπος ιζήματος.....	22
2.1.6.2 Φυτοπλαγκτόν.....	23
2.1.6.3 Ζωοπλαγκτόν.....	23
2.2 Δειγματοληψίες.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Ηλικία και αύξηση	28
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	28
3.1.1 Ηλικία.....	28

3.1.1.1 Περιγραφή ωτολίθου.....	29
3.1.2 Αύξηση	31
3.1.2.1 Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αύξηση των ψαριών - παράμετροι αύξησης.....	32
3.1.2.2 Σχέση μήκους – βάρους	32
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
3.2.1 Ηλικία	35
3.2.1.1 Αφαίρεση ωτολίθων από τα δείγματα	35
3.2.1.2 Υπολογισμός της ηλικίας του μπακαλιάρου με στερεοσκοπική εξέταση των ωτολίθων.....	36
3.2.1.3 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά ωτολίθων.....	36
3.2.2 Αύξηση	37
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	38
3.3.1 Κατά μήκος σύνθεση του μπακαλιάρου (<i>M. Merluccius</i>) στον Παγασητικό κόλπο.....	38
3.3.2 Σχέσεις ολικού βάρους – Μεσουραίου μήκους.....	42
3.3.2.1 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για το σύνολο των πληθυσμών.....	42
3.3.2.2 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα θηλυκά άτομα.....	44
3.3.2.3 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα αρσενικά άτομα...	47
3.3.2.4 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα απροσδιόριστα άτομα	49
3.3.3 Αφθονία των ατόμων σε κάθε ηλικιακή κλάση.....	51
3.3.4 Σχέση Μεσουραίου Μήκους – Ηλικίας.....	52
3.3.5 Σχέση Μεσουραίου μήκους – μήκους ωτολίθου.....	54
3.3.6 Σχέση βάρους ψαριού – βάρους ωτολίθου.....	56
3.3.7 Σχέση Μεσουραίο μήκος – διάμετρος ωτολίθου.....	58
3.3.8 Εξίσωση Von Bertalanffy.....	60
3.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Αναπαραγωγή	66
4.1 Εισαγωγή	66
4.1.1 Εποχή αναπαραγωγής.....	66
4.1.2 Αναπαραγωγικά όργανα.....	67
4.1.2.1 Όρχεις.....	67
4.1.2.2 Ωοθήκες.....	68
4.1.3 Στάδια γεννητικής ωρίμανσης.....	68
4.2 Μέθοδοι και υλικά.....	69
4.2.1 Εκτίμηση της αναπαραγωγικής ωριμότητας των δειγμάτων.....	69
4.3 Αποτελέσματα.....	70
4.3.1 Αναλογία φύλου.....	70
4.3.2 Αναπαραγωγικό στάδιο.....	70
4.4 Συζήτηση.....	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥ

1.1 Συστηματική κατάταξη – ονοματολογία

Ο μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius*) ταξινομείται ως εξής (Linnaeus, 1758):

Συνομοταξία: Χορδωτά (Chordata)

Ομοταξία: Οστεϊχθύες (Osteichthyes)

Τάξη: Γαδίμορφα (Gadiformes)

Οικογένεια: Merluccidae

Γένος: *Merluccius*

Είδος: *merluccius*

1.2 Κοινές ονομασίες μπακαλιάρου (*M. merluccius*)

Πίνακας 1.1. Κοινές ονομασίες μπακαλιάρου (*M. merluccius*)

Κοινή ονομασία	Χώρα
Abadioa	Γαλλία
Merluzzo	Αλγερία
Bnon	Γαλλία
Bardot	Γαλλία
Canari	Γαλλία
Colin	Γαλλία
Colinet	Γαλλία
Cornish salmon	Ηνωμένο Βασίλειο
Hake	Ιρλανδία
Alambolo	Ισπανία
Carioca	Ισπανία
Cria	Ισπανία
European hake	Ισπανία
Lejatxa	Ισπανία
Asinel	Ιταλία
Lovo	Ιταλία
Mol	Κροατία
Merluzz	Μάλτα
Colin	Μαυριτανία
European hake	Μαυριτανία
Morszczuk	Πολωνία
Berlam baligi	Τουρκία

(από www.fishbase.org)

1.3 Μορφομετρικά και ανατομικά χαρακτηριστικά του μπακαλιάρου

Ο Μεσογειακός μπακαλιάρος (*M. merluccius*) ανήκει στην οικογένεια Merlucciidae η οποία περιλαμβάνει 4 γένη και 18 είδη. Όλα τα ψάρια της οικογένειας αυτής έχουν στόμα μεγάλο και μακρύ. Τα περισσότερα είδη έχουν μικρά και κοφτερά δόντια. Περιλαμβάνουν δύο ραχιαία πτερύγια, το μπροστινό (D1) που ξεκινά από το υψηλότερο σημείο του σώματος και το πίσω (D2) που ξεκινά περίπου από τη μέση του σώματος. Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο είναι συμμετρικό με το εδρικό (Εικ. 1). Το κοιλιακό πτερύγιο έχει 7 – 12 σκληρές ακτίνες ενώ το πλευρικό 7 σκληρές ακτίνες. Κανένα είδος της οικογένειας αυτής δε διαθέτει πυλωρικά τυφλά. Όλα τα είδη είναι παμφάγα και αδηφάγα, αρπακτικά, μεταναστευτικά και ζουν κοντά στην υφαλοκρηπίδα (Cohen, 1990) .

1.4 Περιγραφή εξωτερικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του μπακαλιάρου είναι τα εξής:

- Έχει επίμηκες, ατρακτοειδές σώμα με μεγάλο κεφάλι.
- Η κάτω σιαγόνα προεξέχει ελαφρώς της πάνω.
- Το πίσω ραχιαίο πτερύγιο (D2) είναι συμμετρικό με το εδρικό.
- Τα πτερύγια έχουν μαλακές ακτίνες με αριθμό D1 → 9-11, D2 → 36-40, A → 36-40.
- Το ουραίο πτερύγιο είναι αποκοπτόμενο ή ελαφρώς εγκοπτόμενο.
- Το μέγιστο μήκος και βάρος του φτάνει, αντίστοιχα, στο 1.5m, και στα 15kg.
- Η μέγιστη καταγεγραμμένη ηλικία του είναι τα 20 έτη.

1.5 Χρωματισμός

Ο χρωματισμός του σώματος του μπακαλιάρου της Μεσογείου (*M. merluccius*) είναι γκρι-μπλε, με ανοιχτόχρωμες πλευρές και ασημένια κοιλιά (Εικ. 1). Το δεύτερο ραχιαίο και το εδρικό πτερύγιο φέρουν στο πίσω μέρος τους λοβό σκούρου χρώματος. Το εσωτερικό του στόματος και η βραγχιακή κοιλότητα είναι μαύρα.



Εικόνα 1. *Merluccius merluccius* (Φωτογραφία του συγγραφέα)

1.6 Τροφή

Ο μπακαλιάρος της Μεσογείου τρέφεται κυρίως με ψάρια, αλλά και με κεφαλόποδα και κοπήποδα (Πίν. 1.2). Σε βαθιά νερά τρέφεται με σπάρους και το καλοκαίρι με τον μπακαλιάρo μερλάγκo, ενώ στην περιοχή της Νορβηγίας κυρίως με ρέγκες (Νεοφύτου, 2007). Το τροφικό επίπεδο κυμαίνεται από 3,7 – 4,5 (Stergiou & Karrouzi, 2002). Τα νεαρά άτομα τρέφονται με οστρακόδερμα. Στον Πίνακα 1.2 φαίνονται τα διάφορα είδη με τα οποία τρέφεται ο μπακαλιάρος όπως προέκυψαν από μελέτη των Bozzano *et al.* (2005) στην νοτιοδυτική Μεσόγειο.

Πίνακας 1.2 Ποσοστά % κατά βάρος (%W) διαφόρων ειδών που αφαιρέθηκαν από στομάχια μπακαλιάρων (*M. merluccius*).

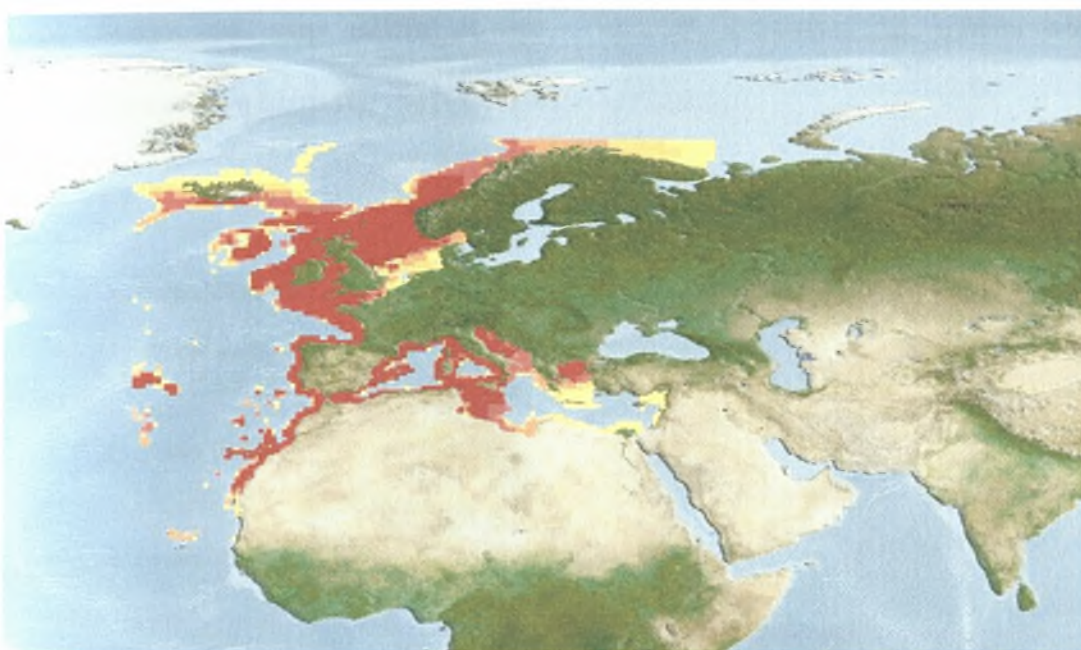
Είδη	Πελαγική μηχανότρατα	Μηχανότρατα βυθού
	%W	%W
Cephalopoda		
<i>Alloteuthis media</i>	-	5,94
<i>Sepia orbignyana</i>	9,10	-
Copepoda		
Copepoda unid	0,01	-
Isopoda		
Isopoda unid	0,14	-
Euphausiacea		
<i>Euphasia krohnii</i>	1,03	-
<i>Nyctiphanes couchii</i>	0,08	-
Euphausiacea unid	0,03	0,13
Mysidacea		
<i>Lophogater typicus</i>	1,22	0,11
<i>Anchialina agilis</i>	4,13	0,18
<i>Gastrosaccus sp.</i>	0,21	-
Crustacea decapoda		
<i>Pasiphaea sivado</i>	-	6,77
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	13,56	3,41
<i>Solenocera membranachea</i>	5,51	6,33
Osteichthyes		
<i>Gadiculus argenteus</i>	22,1	12,67
<i>Maurolicus muelleri</i>	19,03	1,15
Myctophidae	9,19	9,47
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	10,81	15,67
<i>Antonogadus megalokynodon</i>	3,44	-
Osteichthyes unid	0,17	11,48

1.7 Βιότοπος

Είναι είδος βενθικό της εύκρατης ζώνης και ζει σε βαθιά νερά. Μπορεί να βρεθεί από 30-1000 m βάθος. Πιο συχνά, όμως, βρίσκεται μεταξύ 100-190 m, κυρίως στην περιοχή της υφαλοκρηπίδας. Το καλοκαίρι κινείται προς τις παράκτιες περιοχές και το χειμώνα σε πιο βαθιά νερά. Είναι κοπαδιάρικο είδος. Κατά τη διάρκεια της ημέρας παραμένει στο βυθό και τη νύχτα κυνηγάει στην ανοιχτή θάλασσα. Ο μπακαλιάρος της Μεσογείου δεν ανήκει στα απειλούμενα είδη.

1.8 Γεωγραφική Εξάπλωση

Ο ευρωπαϊκός μπακαλιάρος (*M. merluccius*) όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.2 κατανέμεται ευρέως νοτιοανατολικά της υφαλοκρηπίδας του Ατλαντικού, από τη Νορβηγία και την Ισλανδία μέχρι τη Μαυριτανία, με μεγαλύτερη πυκνότητα ανάμεσα στα Βρετανικά νησιά και Βόρεια της Ιβηρικής χερσονήσου (Froese & Payly, 2009). Είναι κοινό είδος στη Μεσόγειο θάλασσα και κατά μήκος των νότιων ακτών της Μαύρης θάλασσας (Νεοφύτου, 2007). Είναι αραιά διανεμημένος στον Ατλαντικό Ωκεανό και άφθονος σε κάθε σημείο της Μεσογείου, περιοχή στην οποία βρίσκονται τα περισσότερα αλιευτικά πεδία του είδους. Εξαπλώνεται σε ένα μεγάλο μέρος του υδάτινου οικοσυστήματος (Albert and Carries, 1988).



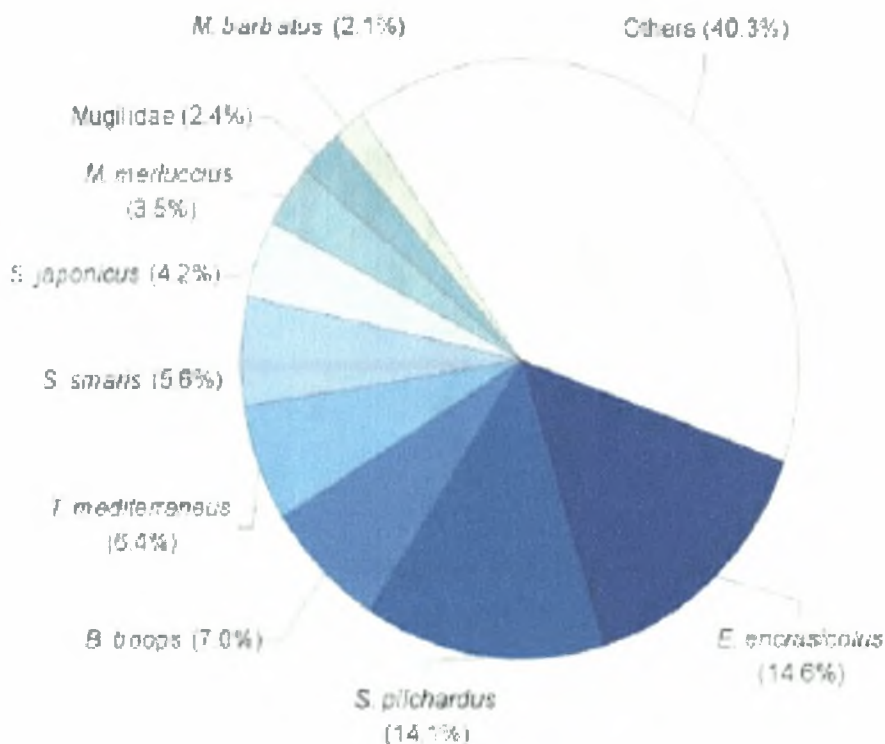
Εικόνα 1.2. Γεωγραφική εξάπλωση του μπακαλιάρου (*M. merluccius*). Με έντονο κόκκινο χρώμα φαίνονται οι περιοχές με την μεγαλύτερη αφθονία. (από www.fishbase.org)

1.9 Η αλιεία του Μπακαλιάρου (*M. merluccius*) στις Ελληνικές θάλασσες.

Το είδος αυτό ψαρεύεται κυρίως από τράτες βυθού ενώ τα παραγάδια και τα απλάδια παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην αλιεία του. Κυρίως ψαρεύεται σε βαθιά νερά κάτω των 600 μέτρων αν και προτιμάει μικρότερα βάθη. Απαντάται σε πολλές περιοχές της Ελλάδας αλλά τα σημεία που συγκεντρώνονται τα μικρά ιχθύδια είναι κυρίως στον Σαρωνικό, Θερμαϊκό και Πατραϊκό κόλπο. Στις περισσότερες περιοχές του Αιγαίου ο μπακαλιάρος (*M. merluccius*) είναι υπεραλιευμένος ενώ εξαίρεση αποτελούν ο Ευβοϊκός και ο Παγασητικός κόλπος.

Ο μπακαλιάρος είναι το 7^ο σε σειρά είδος σε εκφορτώσεις στις Ελληνικές θάλασσες το χρονικό διάστημα 1964 – 2002 (Εικ. 1.3). Επίσης, ανήκει στα 5 σημαντικότερα είδη τα οποία αποτελούν ποσοστό >30% των συνολικών

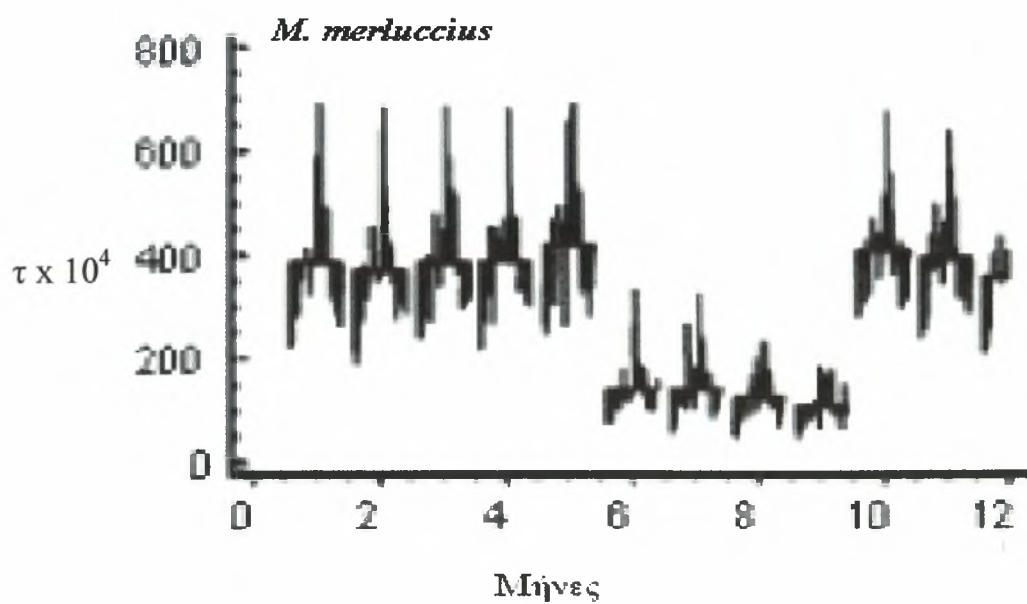
εκφορτώσεων ενώ στην αλιεία με γρι – γρι και πεζότατες δεν ανήκει στα σημαντικότερα είδη αλιεύσης τους (Stergiou *et al.*, 2007).



Εικόνα 1.2. Είδη ψαριών με τις μεγαλύτερες ποσότητες εκφορτώσεων στις Ελληνικές θάλασσες τα έτη 1964-2002 (Stergiou *et al.*, 2007)

Σύμφωνα με την Politou (2007) για τις χρονιές 1995 – 2005 το ποσοστό που αλιεύτηκε με τράτα ήταν 56,24%, με γρι – γρι 1,89%, με πεζότατες 4,45% και με διάφορα άλλα εργαλεία 37,43%.

Στο Σχήμα 1.1 φαίνεται η μηνιαία ποσότητα εκφορτώσεων μπακαλιάρου (*M. merluccius*) για τις χρονιές 1982 – 2003 το καλοκαίρι λόγω της απαγόρευσης λειτουργίας της τράτας βυθού οι ποσότητες των αλιευμάτων για τον μπακαλιάρo όπως και για τα άλλα βενθικά είδη μειώνεται. Η συνολική ποσότητα αλιευμένων μπακαλιάρων για το ίδιο χρονικό διάστημα ήταν 4191 τόνους και αποτέλεσε το 3,31% του συνολικού αλιεύματος.



Σχήμα 1.1 Μηνιαία ποσότητα εκφορτώσεων μπακαλιάρου (*M. merluccius*) για τις χρονιές 1982-2003 (Politou, 2007)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

2.1 Περιοχή έρευνας

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στον Παγασητικό κόλπο, ο οποίος αποτελεί το μεγαλύτερο κόλπο της Κεντρικής Ελλάδας.

2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου

Ο Παγασητικός κόλπος (Εικ.2.1) είναι ένας ημίκλειστος κόλπος, ο οποίος βρίσκεται δυτικά του Αιγαίου, βόρεια της Εύβοιας, περικυκλωμένος από τα βουνά Πήλιο, Χαλκόνιο, Γκιούρας και Όθρυς. Το μέσο βάθος του κόλπου είναι 69 m, οιχείο το οποίο χαρακτηρίζει τον κόλπο αβαθή, ενώ το μέγιστο βάθος είναι 108 m και βρίσκεται στο ανατολικό μέρος όπου υπάρχει μεγαλύτερη ανομοιογένεια του πυθμένα και απότομες κλίσεις. Η έκταση του Παγασητικού κόλπου είναι 520 Km² και ο υδάτινος όγκος του 36 Km³. Επικοινωνεί με το Αιγαίο και το Βόρειο Ευβοϊκό με μία δίοδο 5,5 Km και βάθους 80 m ανάμεσα στον πορθμό του Τρικεριού και το ακρωτήριο Σταυρός (Petihakis *et. al.*, 2002).



Εικόνα 2.1. Χάρτης του Παγασητικού κόλπου

Η οικιστική ανάπτυξη στις παράκτιες περιοχές είναι πολύ μικρή, ενώ στο Βόρειο τμήμα του είναι εγκατεστημένη η πόλη του Βόλου με πληθυσμό 120.000 άτομα και μεγάλη βιομηχανική παραγωγή. Αν και σχεδιάστηκε ένα αποχετευτικό σύστημα για τα οικιακά λύματα στις αρχές του 1964, ωστόσο χρειάστηκε 23 χρόνια για να λειτουργήσει (Petihakis *et. al.*, 2004).

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 ο Παγασητικός κόλπος θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας, η οποία αν και έχει αποξηρανθεί, μεταφέρει εκλύσεις διάφορων αγροτικών εδαφών με υπολείμματα λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, απόβλητα βιομηχανιών και άλλων δραστηριοτήτων, όχι μόνο από το νομό Μαγνησίας, αλλά και από το νομό της Λάρισας. Παράλληλα, η βιομηχανική άνθιση της πόλης του Βόλου, η απότομη αύξηση του πληθυσμού, η ανεξέλεγκτη λειτουργία περίπου 40 ελαιοτριβείων καθώς και η υπεραλίευση έχουν επιβαρύνει το υδάτινο οικοσύστημα του κόλπου.

Γενικά οι κύριες πηγές ρύπανσης του Παγασητικού είναι:

- Οι βιομηχανίες και οι βιοτεχνίες.
- Τα αστικά λύματα όχι μόνο του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου αλλά και όλων των οικισμών της περιοχής.
- Τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα της ευρύτερης αγροτικής περιοχής.
- Τα διάφορα κατάλοιπα και πετρέλαια των πλοίων που πλέουν και αποπλέουν στον κόλπο.
- Η εκκένωση ακατέργαστων βιομηχανικών λυμάτων από εργοστάσια επεξεργασίας ελιάς.
- Η ρύπανση από την σήραγγα της Κάρλας μέχρι την αποξήρανση της (Michailidou *et al.*, 1998).

Συμπερασματικά φαίνεται ότι ο Παγασητικός κόλπος υπέφερε για πολλά χρόνια από βιομηχανική, γεωργική και αστική ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια, η κατάσταση έχει βελτιωθεί μετά την έναρξη λειτουργίας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων στο Βόλο και την διακοπή της απορροής των όμβριων υδάτων της αποξηραμένης λίμνης Κάρλας.

2.1.2 Φυσικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου

2.1.2.1 Θερμοκρασία

Υπάρχει μια ομοιογένεια της θερμοκρασίας στον Παγασητικό κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου και ακολουθεί η ανάπτυξη ενός θερμοκλινούς κατά τη θερινή περίοδο σε βάθη 20 – 40 m για το υπόλοιπο του χρόνου. Σύμφωνα με έρευνες του Πετυχάκη (1999) η χαμηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκε τους μήνες Φεβρουάριο – Μάρτιο (12,5 °C) και ύστερα αυξανόταν μέχρι τον Ιούλιο που πήρε τη μέγιστη τιμή (27,4 °C) (Petihakis *et. al.*, 2004).

Οι εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας εμφανίζονται εντονότερες στο επιφανειακό στρώμα των επιμέρους περιοχών του κόλπου και συγκεκριμένα στα ανώτερα 10 m της υδάτινης στήλης, αν και αυτή η εποχικότητα παρατηρείται – λιγότερο έντονη– μέχρι το βάθος των 30 m. Χαρακτηριστικό είναι ότι στα βαθύτερα στρώματα (> 40 m) η θερμοκρασία αυξάνεται από τους καλοκαιρινούς μήνες προς τους φθινοπωρινούς, αντίθετα με ότι συμβαίνει στα ανώτερα στρώματα.

Επιφανειακές κατανομές της θερμοκρασίας δείχνουν το χειμώνα μεγαλύτερη θερμοκρασία στο εσωτερικό του κόλπου, ενώ την άνοιξη και το καλοκαίρι ένα στρώμα ψυχρότερου νερού εμφανίζεται στο εξωτερικό τμήμα του. Συγκεκριμένα, τους καλοκαιρινούς μήνες σημειώνεται βαθμιαία ελάττωση της θερμοκρασίας καθώς κινούμαστε από τον εσωτερικό προς τον εξωτερικό κόλπο. Το φθινόπωρο μικρές σχετικά τιμές θερμοκρασίας παρατηρούνται στον εξωτερικό κόλπο και ακόμα μικρότερες στην περιοχή του διαύλου των Ωρεών, εξ' αιτίας της αντίδρασης που δέχεται από τα ύδατα του Αιγαίου πελάγους. Επίσης μικρές θερμοκρασίες σημειώνονται στον δυτικό (περιοχή Αλμυρού) και τον εσωτερικό κόλπο πιθανόν λόγω αυξημένων χερσαίων απορροών (Ψόχιου, 2003).

2.1.2.2 Αλατότητα

Η αλατότητα αυξάνεται με το βάθος και εκτός από το χειμώνα, όπου παρουσιάζεται μικρή διακύμανση στην υδάτινη στήλη, είναι εμφανής η ύπαρξη αλοκλινούς την άνοιξη και το καλοκαίρι σε βάθος 20 – 40 m, ενώ το φθινόπωρο σε βάθος 40 – 50 m. Οι εποχικές μεταβολές της αλατότητας εμφανίζονται εντονότερες στο επιφανειακό και μεσαίο στρώμα των επιμέρους περιοχών του κόλπου και συγκεκριμένα μέχρι το βάθος των 41 m. Επίσης, αντίθετα με ότι συμβαίνει στα ανώτερα στρώματα, στα βαθύτερα η αλατότητα μειώνεται από τους καλοκαιρινούς μήνες προς το φθινόπωρο (Ψόχιου, 2003).

Η εισροή γλυκών νερών στον Παγασητικό από τον Αλμυρό και από τα βουνά του Πηλίου, καθώς και ο εφοδιασμός με χαμηλής αλατότητας νερά από το Αιγαίο, μειώνουν την αλατότητα των επιφανειακών υδάτων. Επίσης μικρές τιμές αλατότητας σημειώνονται παράκτια της πόλης του Βόλου εξ' αιτίας των χερσαίων απορροών (Petihakis *et al.*, 2004).

2.1.2.3 Χρόνος ανανέωσης νερού

Ο μικρότερος χρόνος ανανέωσης του νερού του κόλπου είναι 43 ημέρες, ενώ ο μεγαλύτερος 199 ημέρες, με μέση τιμή 105 μέρες και τυπική απόκλιση 51ⁿ μέρες. Εξ' αιτίας της μεγάλης τυπικής απόκλισης που πιθανόν να οφείλεται στην παλίρροια, στην ανταπόκριση του κόλπου στις επικρατούσες ανεμολογικές συνθήκες, καθώς επίσης και στη συμπεριφορά του ως “ρυθμιστή” για τις ανάγκες του διαύλου των Ορεών, ο υπολογισμός επακριβών χρόνων ανανέωσης απαιτεί περαιτέρω μετρήσεις στο ανοιχτό όριο, καθώς επίσης και λεπτομερή γνώση της δυναμικής της εξωτερικής περιοχής του κόλπου (Theodorou and Petihakis, 2000).

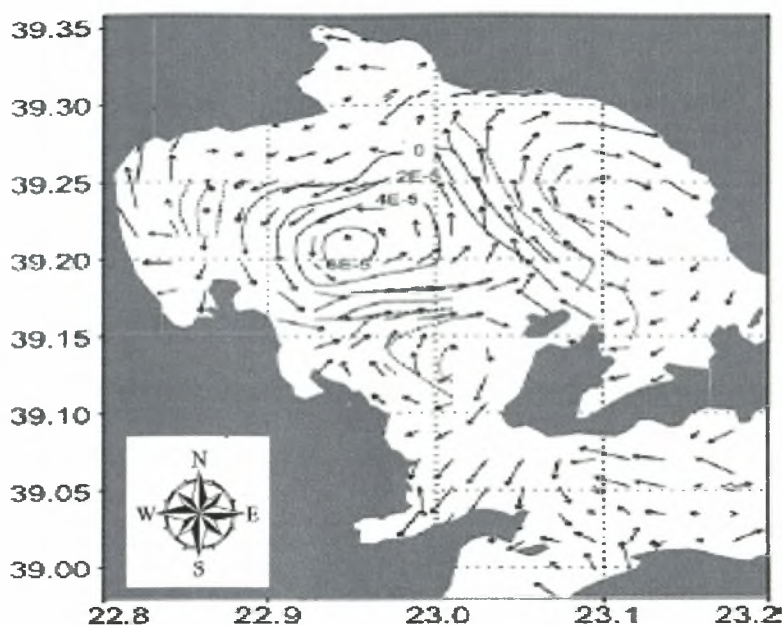
2.1.4 Υδροδυναμικά χαρακτηριστικά

2.1.4.1 Ταχύτητα – Ρεύματα

Η ταχύτητα των νερών του Παγασητικού είναι λίγο μικρότερη από 40 m/s. Η ταχύτητα αυτή οφείλεται στους ασθενείς ανέμους που πνέουν στην περιοχή, συμπεριλαμβανομένου δε και ότι ο κόλπος αυτός είναι ημίκλειστος και η κύρια δύναμη κίνησης των υδάτων είναι ο άνεμος. Στο μεν ανατολικό τμήμα τα ρεύματα έχουν επιφανειακές τιμές από 5 έως 24 cm/s, αντίστοιχα. Η κυκλοφορία των υδάτινων μαζών στο εξωτερικό του κόλπου είναι σύνθετη και επηρεάζεται από τη δράση του ανέμου, την ανάμειξη των υδάτων του Παγασητικού με τα νερά του Αιγαίου πελάγους και την κίνηση της παλίρροιας του βόρειου Ευβοϊκού (Baloroulos

et al., 1977). Η διαμόρφωση της ταχύτητας των υδάτων είναι αποτέλεσμα της συνεισφοράς της δύναμης των υψηλών περιόδων αστάθειας των ανέμων (>3) και της βαρομετρικής πίεσης. Η επιρροή από την κίνηση της παλίρροιας του Ευβοϊκού είναι πολύ μικρή. Η κυκλοφορία του νερού στο σταθμό επικοινωνίας του κόλπου με την υπόλοιπη θάλασσα (Τρίκερι) παρουσιάζει μια κάθετη κίνηση, σχεδόν παράλληλη με την ακτογραμμή. Στα βαθιά στρώματα, το νερό εισέρχεται στον Παγασητικό κόλπο από την ανατολική πλευρά και εξέρχεται από τη δυτική, ενώ το αντίθετο παρατηρείται στα επιφανειακά στρώματα. Αν και η κυκλοφορία χαρακτηρίζεται από περιοδικότητα, υπάρχει μια σταθερή επανάληψη της κίνησης των νερών. Η κίνηση αυτή των νερών προκαλείται από έναν αντικυκλώνα στο ανατολικό μέρος του Παγασητικού και έναν κυκλώνα κεντροδυτικά, που συνοδεύεται από αναβλύσεις, δίνες και στροβιλισμούς (Εικ. 2.2).

Η παρουσία της κίνησης του κύριου αντικυκλώνα έχει μεγάλη σημασία για τη λειτουργία του οικοσυστήματος, καθώς δρα ως μεταφορικός μηχανισμός οργανικού υλικού στο βένθος, ταυτόχρονα εμποδίζει την ανοδική πορεία των νιτρικών αλάτων και διαλύει τον οργανικό άνθρακα. Αντίθετα, η κυκλωνική κίνηση προκαλεί άνοδο των υδάτινων μαζών μεταφέροντας θρεπτικά υλικά στα ανώτερα στρώματα της υδάτινης στήλης (Balopoulos *et al.*, 1977).



Εικόνα 2.2. Σχηματική απεικόνιση κυκλώνα – αντικυκλώνα στον Παγασητικό κόλπο (Petihakis *et al.*, 2005)

2.1.5 Χημικά χαρακτηριστικά

2.1.5.1 Άζωτο

Το άζωτο στα υδάτινα οικοσυστήματα εμφανίζεται σε διάφορους σχηματισμούς με πλέον σύνηθες την αμμωνία, τα νιτρικά, τα νιτρώδη, το αμμώνιο, το ελεύθερο αέριο άζωτο και σε διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως στα αμινοξέα και στις πρωτεΐνες. Τα νιτρικά εμφανίζονται συνήθως αυξημένα σε καλά οξυγονωμένα νερά και οι μεταβολές τους οφείλονται σε βιολογικές διεργασίες. Παρουσιάζουν ελάχιστες συγκεντρώσεις στην ευφωτική ζώνη και μέγιστες στα μεγάλα βάθη (Κλαουδάτος, 2006).

Σε μελέτη που έγινε το 1998 στον Παγασητικό κόλπο, η μέγιστη συγκέντρωση νιτρικών παρατηρήθηκε την άνοιξη στο επιφανειακό στρώμα του εσωτερικού κόλπου (3,531 $\mu\text{g-at/l}$) και η ελάχιστη το καλοκαίρι του ίδιου έτους στο επιφανειακό στρώμα του κεντρικού κόλπου (0,0745 $\mu\text{g-at/l}$). Οι συγκεντρώσεις νιτρικών δεν παρουσιάζουν

υψηλές τιμές στις επιμέρους περιοχές του κόλπου, ενώ εμφανίζονται σχετικά αυξημένες στο εσωτερικό τμήμα του. Οι μέσες εποχιακές τιμές τους παρουσιάζουν μέγιστο την άνοιξη του '98 και ελάχιστο το καλοκαίρι του '99, 1,191 και 0,586 $\mu\text{g-at/l}$, αντίστοιχα.

Στον Παγασητικό κόλπο η μέγιστη συγκέντρωση νιτρωδών παρατηρήθηκε το καλοκαίρι του '98 στο βαθύ στρώμα του κεντρικού κόλπου (0,407 $\mu\text{g-at/l}$) και η ελάχιστη την ίδια εποχή στο επιφανειακό στρώμα της ίδιας περιοχής (0,01 $\mu\text{g-at/l}$) (Ψόχιου, 2003).

Η συγκέντρωση της αμμωνίας στο εσωτερικό του κόλπου, κοντά στο Βόλο, παρουσιάζει μεγαλύτερη διακύμανση εν συγκρίσει με το κέντρο και τα εξωτερικά μέρη του κόλπου. Το εσωτερικό μέρος είναι περισσότερο παραγωγικό καθώς παρουσιάζει υψηλότερες συγκεντρώσεις και ακολουθούν τα βαθιά νερά στο κέντρο και τα εξωτερικά μέρη του κόλπου. Η διαφορά αυτή είναι αποτέλεσμα της επιμήκυνσης του θερμοκλινούς και των ιδανικών συνθηκών για την ανάπτυξη του ζωοπλαγκτού κάτω από το στρώμα αυτό. Οι ακραίες αμμωνιακές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο εσωτερικό του κόλπου το Μάιο του 1998 κατά τη διάρκεια του προβλήματος με την εκκένωση των βοθρολυμάτων (Koliou- Mitsou, 2000).

Στον Παγασητικό η μέγιστη συγκέντρωση αμμωνιακών παρατηρείται στο επιφανειακό στρώμα της περιοχής του αγωγού την άνοιξη του '98 (2,693 $\mu\text{g-at/l}$) και η ελάχιστη το καλοκαίρι στο βαθύ στρώμα του ίδιου τμήματος του κόλπου (0,022 $\mu\text{g-at/l}$) (Ψόχιου, 2003).

2.1.5.2 Φώσφορος

Ο φώσφορος στο θαλάσσιο περιβάλλον αποτελεί σημαντικό θρεπτικό στοιχείο και καταναλώνεται κατά την πρωτογενή παραγωγή. Στις παράκτιες περιοχές παρουσιάζει έντονες εποχικές μεταβολές, λόγω των χειρσαίων απορροών και της

αύξησης του φυτοπλαγκτού. Οι συγκεντρώσεις φωσφόρου είναι μικρές στην ευφωτική ζώνη και αυξάνονται με το βάθος, ενώ αποκτούν μέγιστη τιμή κοντά στο πυκνοκλινές λόγω της ανακύκλωσης που λαμβάνει χώρα εκεί. Αν και ο φώσφορος δεν απαιτείται σε μεγάλες ποσότητες για την αύξηση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών, εντούτοις συχνά αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, καθώς δε βρίσκεται σε γεωχημική αφθονία, δε διαθέτει αέρια φάση και παρουσιάζει την τάση να εγκλωβίζεται στα ιζήματα ιδίως στα συστήματα καλής οξυγόνωσης.

Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου στο στρώμα βάθους 30 m ήταν γενικά χαμηλές με μέγιστη τιμή 0,5 $\mu\text{g at} / \text{l}$ η οποία καταγράφηκε μπροστά από το λιμάνι του Βόλου τον Απρίλιο του 1998, ενώ στα 60 m η υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκε ανάμεσα στον Βόλο και τον Αλμυρό (Koliou- Mitsou, 2000). Γενικά παρατηρείται μια συσσώρευση φωσφόρου στα πολύ βαθιά στρώματα (>75 m) του κεντρικού κόλπου και μικρότερες τιμές στην επιφάνειά του. Οι συγκεντρώσεις φωσφόρου είναι σχετικά μικρές σε όλες τις επιμέρους περιοχές του κόλπου με ελαφρά μεγαλύτερες τιμές στον εσωτερικό, ενώ ο κεντρικός παρουσιάζει μια ιδιαίτερη συμπεριφορά με μέγιστο το καλοκαίρι του 1998. Οι μέσες εποχιακές συγκεντρώσεις φωσφόρου έχουν μέγιστη τιμή την άνοιξη του '98 και ελάχιστη το καλοκαίρι, 0,15 και 0,092 $\mu\text{g-at/l}$ αντίστοιχα. Τα βαθύτερα στρώματα παρουσιάζουν χαμηλότερες διακυμάνσεις κατά την διάρκεια όλου του χρόνου (Koliou- Mitsou, 2000).

2.1.5.3 Διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο (DO) αποτελεί τον παράγοντα εκείνο που μπορεί να ορίσει τη συγκέντρωση των ψαριών σε μία περιοχή. Ιδιαίτερα μια περιοχή κρίνεται ακατάλληλη για μαζική παραγωγή ορισμένων οργανισμών όταν το διαλυμένο οξυγόνο δεν παρέχεται σε επάρκεια. Τα επίπεδα κορεσμού του οξυγόνου καθορίζονται μεταξύ άλλων από τη θερμοκρασία και από τα ποσά οργανικής ύλης

που παράγονται ή βρίσκονται σε μια περιοχή. Οποσδήποτε οι υδρογραφικές συνθήκες της περιοχής, ο ρυθμός ανανέωσης των νερών από την ανοιχτή θαλάσσια περιοχή, η κάθετη ανάμειξη των υδάτινων στρωμάτων και άλλοι παράγοντες είναι πιθανόν να εμποδίζουν τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου στα ψάρια.

Σε μελέτη που έγινε στον Παγασητικό κόλπο τα έτη 1998-1999, η μέγιστη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (DO) παρατηρήθηκε το καλοκαίρι του '99 στο μεσαίο στρώμα της περιοχής του αγωγού (10,2 $\mu\text{g/l}$) και η ελάχιστη το φθινόπωρο του '98 στο επιφανειακό στρώμα του ίδιου τμήματος του κόλπου (6,133 $\mu\text{g/l}$) (Ψοχίου, 2003). Οι υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου που παρατηρούνται στα βαθιά στρώματα πιθανόν οφείλονται στην ανταλλαγή υδάτων με το Αιγαίο Πέλαγος. Οι συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου είναι γενικά υψηλές και παρουσιάζουν στις επιμέρους περιοχές του κόλπου ίδια συμπεριφορά με σχεδόν ίσες τιμές υποδηλώνοντας ένα καλά οξυγονωμένο σύστημα. Στην επιφάνεια του κόλπου η μέγιστη ετήσια συγκέντρωση παρατηρείται στο εξωτερικό τμήμα του, στο διάυλο του Τρίκερι (8,213 $\mu\text{g/l}$) (Ψόχιου, 2003).

2.1.6 Πυθμένας

2.1.6.1 Τύπος ιζήματος

Στο βόρειο και δυτικό τμήμα του Παγασητικού αποτίθεται εποχιακά από τους ποταμούς ιλύ και άργιλος, ενώ άμμος και πηλούχοι άμμοι αποτίθενται σε μια λεπτή παράκτια ζώνη. Στο μεγαλύτερο μέρος ο πυθμένας του κόλπου είναι καλυμμένος με ιλύ, εκτός από το βορειοανατολικό τμήμα του (περιοχή Αγχιάλου) και το ανατολικό τμήμα της εισόδου του που καλύπτονται με άμμο (Περισοράτης και συν. , 1993).

2.1.6.2 Φυτοπλαγκτόν

Η σύνθεση του φυτοπλαγκτού παρουσιάζει εποχικές μεταβολές. Τα διάτομα (κυρίως *Skeletonoma* και *Nitzschia*) και τα μαστιγωτά (*Cryptomonas sp.*) αποτελούν τις κυρίαρχες φυτοπλαγκτονικές ομάδες το χειμώνα και την άνοιξη, ενώ τα δινομαστιγωτά (κυρίως *Gymnodinium sp.*) κυριαρχούν το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Theodorou, 1995). Μετρήσεις τον Απρίλιο και το Μάιο του 1999 έδειξαν μείωση των τιμών χλωροφύλλης α και πρωτογενούς παραγωγής από την περιοχή του όρμου του Βόλου προς τον εξωτερικό κόλπο και σημαντική συμμετοχή των φυτοπλαγκτονικών κυττάρων διαμέτρου < 2 μm στη φωτοσυνθετική ικανότητα του κόλπου (Ασημακοπούλου κ' Γκότση-Σκρέτα, 2000). Στον κεντρικό κόλπο παρατηρούνται μικρότερες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού (14 – 381κυτ/ ml).

2.1.6.3 Ζωοπλαγκτόν

Μετρήσεις την περίοδο 1986 – 1989 παρουσίασαν τα κωπήποδα (*Acartia* και *Paracalanus*) ως τη μείζονα ζωοπλαγκτονική συνιστώσα του Παγασητικού κόλπου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ακολουθούμενα από τα κλαδοκερωτά (*Fritilaria* και *Penilla*) τα οποία αποκτούν σημαντική παρουσία τον Αύγουστο. Τα κωπήποδα έχουν συνεχή, αλλά μικρή παρουσία όλο το χρόνο (Theodorou, 1995).

2. 2 Δειγματοληψίες

Συνολικά, 208 άτομα μπακαλιάρου (*M. merluccius*) αλιεύτηκαν με μηχανότρατα βυθού (Εικ. 2.3) από τρεις διαφορετικές περιοχές του Παγασητικού κόλπου, ανατολικά (Α) δυτικά (Β) και κεντρικά (Γ), τον Ιούνιο 2008 και σε βάθος 50-60 μ (Εικ. 2.4). Οι σύρσεις που πραγματοποιήθηκαν με τη μηχανότρατα δείχνονται με τα ορθογώνια σχήματα στο σχήμα και τα αντίστοιχα στίγματά τους διακρίνονται στον Πίνακα 2.1.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με το αλιευτικό σκάφος (μηχανότρατα) Ματούλα-Δημήτριος (ΝΑ 19) μήκους 19 m. Το σκάφος ήταν εξοπλισμένο με βαθύμετρο και γεωγραφικό σύστημα εντοπισμού.

Το αλιευτικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν εμπορική τράτα βυθού με άνοιγμα ματιού στο σάκο, από κόμπο σε κόμπο (bar length) 20 mm. Το άνοιγμα (mouth opening) της τράτας ήταν 10 m και το ύψος (άλτος) ήταν 1,2 m.

Η τράτα βυθού είναι δυναμικό πολυειδικό εργαλείο και μη-επιλεκτικό αλιευτικό εργαλείο και επιλέχθηκε με σκοπό να αλιευθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος μεγεθών του είδους *M. merluccius*. Η διάρκεια των σύρσεων ήταν 30 λεπτά η κάθε μία. Σε κάθε σύρση καταγράφονταν η αρχή και το τέλος της σύρσης, καθώς και το βάθος, η ταχύτητα και η διεύθυνση της σύρσης ανά 10 λεπτά.

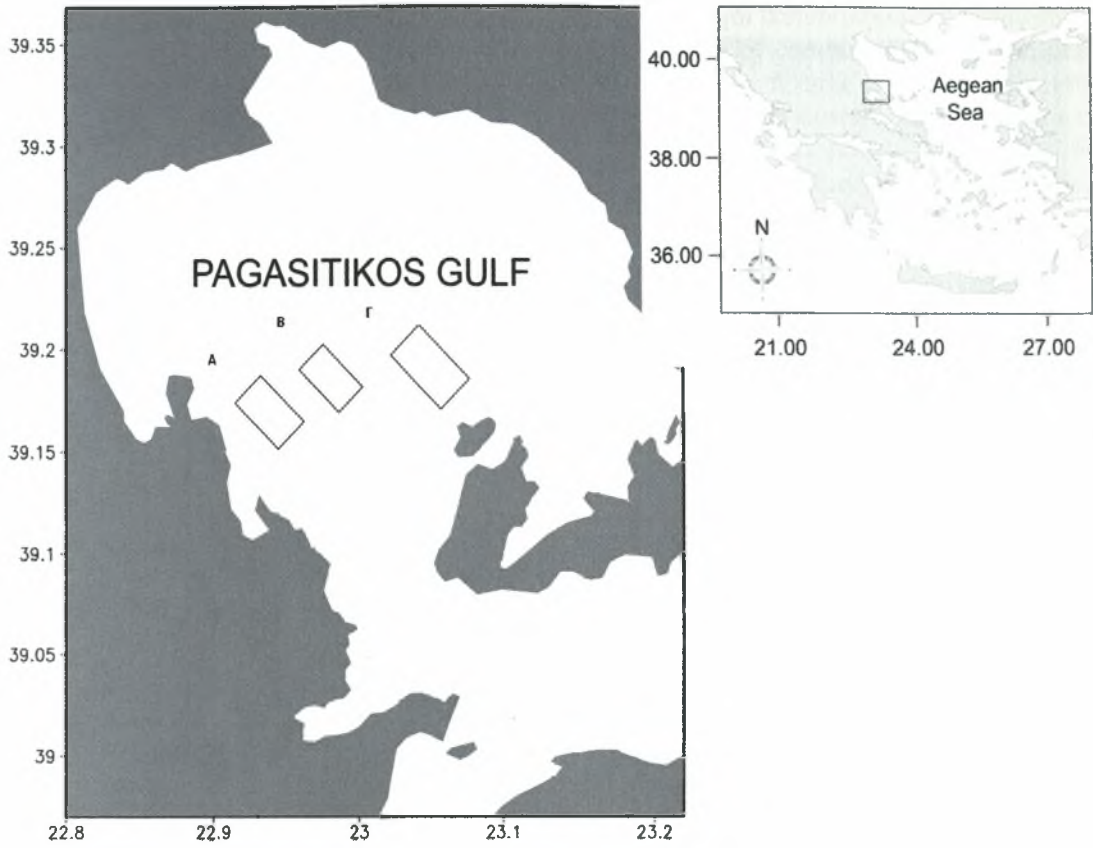
Η τράτα βυθού αποτελείται από ένα κωνικό σάκο ο οποίος σύρεται πάνω στον βυθό από ένα ή δύο σκάφη. Στο τέλος του κωνικού σάκου είναι δεμένος άλλος ένας σάκος, μικρότερου μεγέθους, ο οποίος στο άκρο του δένεται με ένα σχοινί όπου και συγκρατείται το αλίευμα (Εικ. 2.5) . Ο κωνικός σάκος στα δύο άκρα του (δεξιά – αριστερά) είναι δεμένος με δύο υδραετούς (πόρτες) (Εικ. 2.6) οι οποίες κρατούν ανοιχτό το δίχτυ. Το δίχτυ στην βάση του κώνου, στο πάνω μέρος, φέρει φελλούς (μπαϊνάκια), ενώ στο κάτω μέρος βαρίδια για να σέρνεται στο βυθό (Εικ. 2.6) (FAO, 2000).



Εικόνα 2.3 Εργαλείο αλίευσης δειγμάτων (μηχανότρατα βυθού) (φωτογραφία συγγραφέα)

Πίνακας 2.1 Τα αλιευτικά πεδία που αποτελούν και τις περιοχές δειγματοληψίας, οι συντεταγμένες και το βάθος τους

Περιοχή	Βόρεια (φ)	Ανατολικά (λ)	Βάθος (m)
Α	39.11.20	22.55.19	50-60
	39.11.39	22.56.00	50-60
	39.09.05	22.57.24	50-60
	39.09.09	22.56.02	50-60
Β	39.14.21	23.00.57	70-80
	39.11.52	23.01.29	70-80
	39.11.51	23.00.02	70-80
	39.14.26	23.59.28	70-80
Γ	39.14.71	23.06.56	50-60
	39.15.08	23.07.22	50-60
	39.12.50	23.09.04	50-60
	39.12.19	23.07.23	50-60



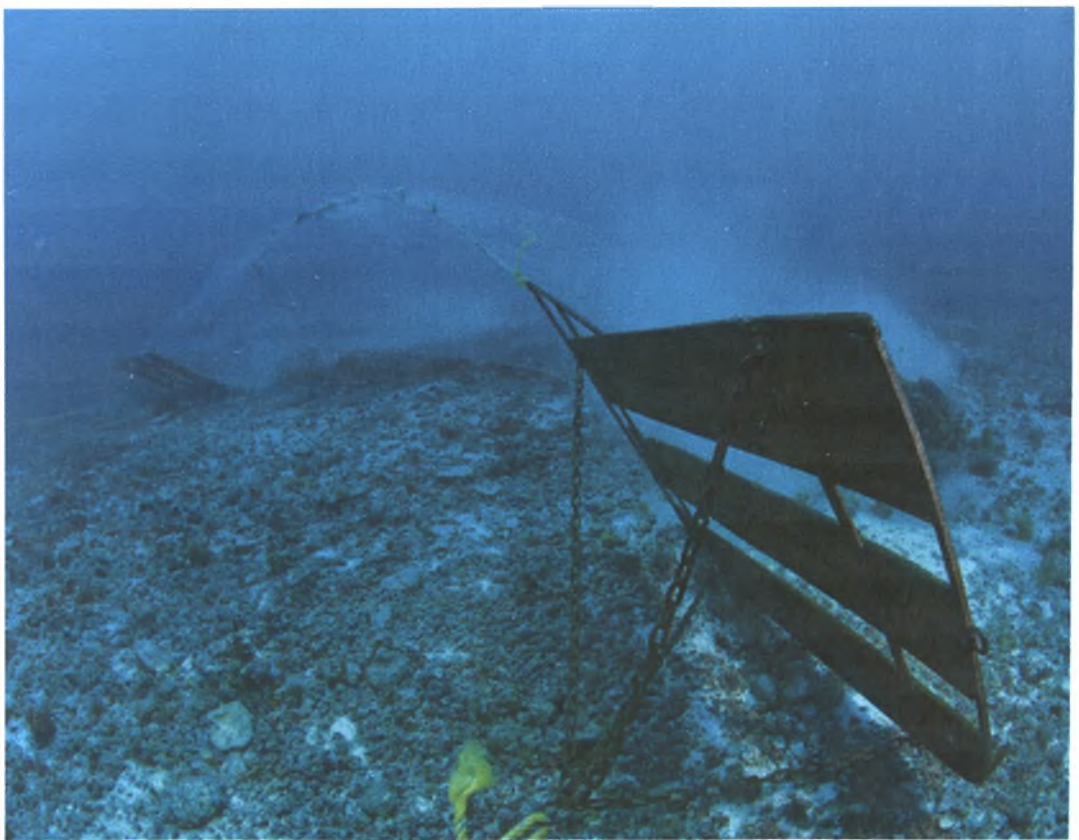
Εικόνα 2.4 Περιοχή έρευνας και σταθμοί δειγματοληψίας



Εικόνα 2.5 Σάκος συγκράτησης του αλιεύματος δεμένος με το γάιδαρο (φωτογραφία συγγραφέα).



Εικόνα 2.6. Υδραετός (πόρτα) μηχανότρατας βυθού (φωτογραφία συγγραφέα)



Εικόνα 2.7 Βάση κωνικού σάκου κατά την διάρκεια της σύρσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γνώση της ηλικίας και της ανάπτυξης ενός είδους ιχθύος είναι απαραίτητη για την κατανόηση των βιολογικών χαρακτηριστικών ενός είδους όπως π.χ. ηλικία αναπαραγωγικής ωρίμανσης, κύκλο ζωής κ.λπ. Ακόμη είναι απαραίτητη για την μελέτη της ηλικιακής δομής και της δυναμικής του ιχθυοπληθυσμού. Επιπλέον, μπορεί να καταδείξει τις επιδράσεις των διαφόρων περιβαλλοντικών αλλαγών στην ανάπτυξη και επιβίωση του είδους και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν την στρατολόγηση νεαρών ατόμων στο συγκεκριμένο ιχθυοπληθυσμό.

Η γνώση της ηλικίας και της ανάπτυξης στα πρώτα στάδια της ζωής είναι ένα θεμελιώδες στοιχείο για την ένδειξη των αποτελεσμάτων που έχουν οι περιβαλλοντικές αλλαγές στην ανάπτυξη και την επιβίωση και μπορεί να αποτελεί μία νέα ερμηνεία για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση ή την διατήρηση του αριθμού των ατόμων (Belcari *et al.*, 2006).

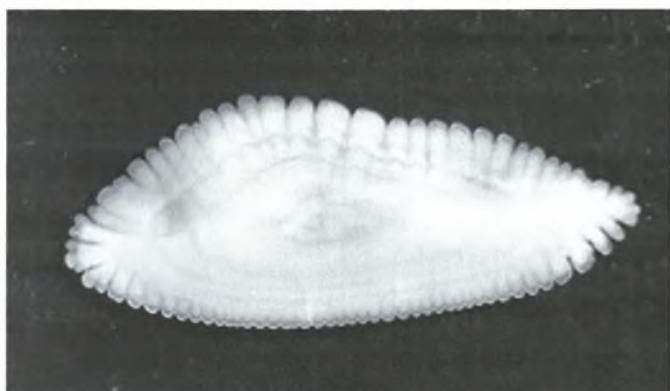
3.1.1 Ηλικία

Η ηλικία του μπακαλιάρου μελετάται με δυο διαφορετικές μεθοδολογίες. Η πρώτη είναι η παρακολούθηση της κατά μήκους σύνθεσης των ατόμων του για ένα χρονικό διάστημα (distribution of length frequencies). Η δεύτερη περιλαμβάνει τη μελέτη των σκληρών χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα λεπιών, ωτολίθων και βραγχιακών επικαλυμμάτων.

Στη δεύτερη μέθοδο μπορούμε να προσεγγίσουμε την ηλικία απαριθμώντας τους δακτύλιους χρησιμοποιώντας ολόκληρο τον ωτόλιθο ή από κάθετες τομές αυτού (Garcia-Rodriguez και Esteban, 2002). Οι δακτύλιοι είναι ελλειψοειδούς σχήματος. Ως ετήσιοι δακτύλιοι λαμβάνονται μόνο αυτοί που παρατηρούνται με ευκρίνεια σε ολόκληρη την περιφέρεια του ωτολίθου (Τσιμενίδης κ. α., 1978). Ωστόσο, η εκτίμηση του ρυθμού αύξησης στα ανήλικα άτομα του είδους αυτού αποτελεί ένα πρόβλημα λόγω του ότι είναι δύσκολη η αναγνώριση του πρώτου δακτυλίου εξ' αιτίας του σχηματισμού ψευδοδακτυλίων (Morales-Nin *et al.*, 1998).

3.1.1.1 Περιγραφή ωτολίθου

Οι ωτόλιθοι του μπακαλιάρου έχουν την μορφή επιμηκυμένου κυρτόκουλου τριγωνικού δίσκου. Μέσα στο κρανίο, οι δύο ωτόλιθοι είναι περίπου παράλληλοι μεταξύ τους, με τις κυρτές πλευρές τη μία απέναντι στην άλλη. Οι οξείες γωνίες του ωτολίθου διατάσσονται κατά τον επιμήκη άξονα και βρίσκονται η μία στο εμπρόσθιο και η άλλη το οπίσθιο άκρο του ωτολίθου. Η αμβλεία γωνία κατευθύνεται ραχιαίως και τοποθετείται πλησιέστερα προς το εμπρόσθιο άκρο του ωτολίθου. Η κοιλιακή πλευρά του τριγώνου παρουσιάζει ελαφρά καμπυλότητα (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.3. Ωτόλιθος μπακαλιάρου (*M. merluccius*) (φωτογραφία συγγραφέα)

Στο στερεοσκόπιο οι ωτόλιθοι παρατηρούνται από την κυρτή πλευρά. Στην κυρτή πλευρά του ωτολίθου και σε απόσταση ίση με το $1/3$ περίπου της ολικής αποστάσεως του πρόσθιου-οπίσθιου άκρου διακρίνεται μια μικρή κοιλότητα. Στο κέντρο της κοιλότητας ο ωτόλιθος είναι διαφανής και το σημείο αυτό αποτελεί τον πυρήνα γύρω από τον οποίο διατάσσονται οι εναλλασσόμενες διαφανείς και αδιαφανείς ζώνες. Οι αδιαφανείς ζώνες είναι πιθανώς πλούσιες σε πρωτεΐνη και αυτό σχετίζεται με τον αδιαφανή πυρήνα του ωτόλιθου που σχηματίζεται στα μικρά άτομα μπακαλιάρου, τα οποία είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (Morales-Nin, 1986).

Οι διαφανείς ζώνες (χειμερινοί δακτύλιοι) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ηλικίας. Ένας ετήσιος δακτύλιος αποτελείται από μία διαφανή και μία αδιαφανή ζώνη. Ωστόσο, η ανάπτυξη του μπακαλιάρου (*M. merluccius*) κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της ζωής του χαρακτηρίζεται από την παρουσία τριών ψευδοδακτυλίων οι οποίοι εμφανίζονται γύρω από τον πυρήνα. Ο πρώτος ετήσιος δακτύλιος εμφανίζεται μετά από αυτούς τους ψευδοδακτύλιους ή συμπίπτει με αυτούς και αυτό καθορίζεται από το πόσο εκτεταμένη ήταν η περίοδος ωοτοκίας των ειδών. Ο δεύτερος ετήσιος δακτύλιος βρίσκεται σε απόσταση περίπου 2 mm από τον πυρήνα, αν και η θέση αυτή ποικίλει (Pineiro & Sainza, 2006).

Από το σχήμα του ωτολίθου γίνεται κατανοητό ότι η αύξηση είναι μεγαλύτερη κατά τον επιμήκη άξονα. Το φαινόμενο αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διεύρυνση των δακτυλίων στα δύο άκρα.

Η σύνθεση του ωτολίθου μπορεί να απεικονίσει, για ένα πληθυσμό, τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο ζει, καθώς και συγκεκριμένες διαδρομές μετανάστευσης που ακολουθεί. Επίσης, η περιοχή του πυρήνα που βρίσκεται στο εσωτερικό του πρώτου ετήσιου δακτυλίου μπορεί να είναι χαρακτηριστική των

νηπιακών περιοχών των ειδών και επομένως θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη για την εκτίμηση των αποθεμάτων τους (Swan *et al.*, 2006).

3.1.2 Ανάπτυξη

Ο όρος ανάπτυξη στους ζωικούς οργανισμούς υποδηλώνει αλλαγές στο μέγεθός τους. Η μεταβολή αυτή αναφέρεται είτε στο μήκος του ζωικού οργανισμού, είτε σε άλλες φυσικές διαστάσεις του, συμπεριλαμβανομένων του όγκου, του βάρους, της μάζας ή ακόμη και ολόκληρου του μεγέθους του σώματος του, με όλες τις ιστολογικές και κυτταρολογικές αλλαγές. Όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των ψαριών εμπλέκονται στη βιολογία τους και γενικότερα στην οικολογία τους και στην ιχθυολογική διαχείριση (Νεοφύτου, 1997).

Η ανάπτυξη των ψαριών περιλαμβάνει την ανάπτυξη των μυϊκών ινών. Η ανάπτυξη των μυϊκών ινών είναι πολύ σημαντική στα είδη τα οποία φτάνουν σε πολύ μεγάλη ηλικία. Ο αριθμός των μυϊκών ινών και η ανάπτυξη τους εξαρτάται από το είδος του ψαριού και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της επάρκειας της τροφής, του φωτός και της θερμοκρασίας. Οι αλλαγές στους μύες καθώς και οι αλλαγές στα γενετικά όργανα είναι καθοριστικοί παράγοντες για την ευρωστία του ψαριού (Johnston, 1999).



Η μελέτη του σχετικού μεγέθους των ωτολίθων μπορεί να αποτελέσει μία ένδειξη του ρυθμού σχετικής ανάπτυξης σώματος του είδους που μελετάται και αυτή η σχετική ανάπτυξη μπορεί να εκτιμηθεί με στατιστικές συγκρίσεις ανάμεσα στο μέγεθος σώματος ψαριού-μέγεθος ωτολίθου. Συγκριτικές μελέτες που έγιναν έδειξαν ότι υπάρχουν διαφορές στον ρυθμό ανάπτυξης στις δύο αυτές μεθόδους (Pineiro και Pereiro, 1989; Garcia-Rodriguez και Esteban, 2002).

3.1.2.1 Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ανάπτυξη των ψαριών - παράμετροι ανάπτυξης

Η συνολική ανάπτυξη των ψαριών επηρεάζεται από πάρα πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι:

- Η αφθονία και το μέγεθος της τροφής
- Ο συνολικός αριθμός (πληθυσμός) των ψαριών που χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο είδος τροφής.
- Οι φυσικοί παράγοντες (θερμοκρασία, οξυγόνο κ.λπ.)
- Το μέγεθος και η ηλικία των ψαριών
- Η αναπαραγωγική ωρίμανση (Νεοφύτου, 1997)

Η ανάπτυξη των ψαριών συχνά ποικίλει ανάλογα με την εποχή, την περιοχή και την πυκνότητα ενός πληθυσμού (Reish et al., 1985). Υπάρχουν διάφορα μοντέλα για την περιγραφή της ανάπτυξης από τα οποία μπορούμε να εκτιμήσουμε τις παραμέτρους ανάπτυξης. Το πιο γνωστό μοντέλο ανάπτυξης είναι το μοντέλο του *Von Bertalanffy*, το οποίο χρησιμοποιείται τόσο στα ψάρια όσο και στα μαλάκια και τα καρκινοειδή. Η εξίσωση *Von Bertalanffy* έχει την εξής μορφή:

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - e^{-K \times (t - t_0)})$$

όπου L_t είναι το μήκος την χρονική στιγμή t , L_{∞} είναι το ασυμπτωτικό μήκος του σώματος (δηλαδή το μήκος που θα αποκτούσε το ψάρι αν ζούσε χωρίς περιορισμούς), K είναι ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι πλησιάζει το L_{∞} (Campana and Jones, 1992), t είναι η ηλικία, t_0 η υποθετική ηλικία στην οποία το ψάρι έχει μηδενικό μήκος.

3.1.2.2 Σχέση μήκους – βάρους

Η σχέση μεταξύ του μήκους και του βάρους στα ψάρια συνήθως εκφράζεται από την εκθετική εξίσωση:

$$W = a \times L^b$$

ή από την γραμμική της μορφή που προκύπτει μετά από λογαριθμικό μετασχηματισμό:

$$\log(W) = \log(a) + b \times \log(L)$$

όπου, W το βάρος του ψαριού, L το μήκος του και a και b παράμετροι της εξίσωσης.

Η παράμετρος b που είναι ο συντελεστής παλινδρόμησης, παίρνει τιμές μεταξύ 2 και 4, συχνότερα όμως κοντά στο 3. Η τιμή $b = 3$ δηλώνει ότι τα ψάρια αυξάνονται συμμετρικά ή ισομετρικά. Τιμές διαφορετικές του 3 δείχνουν ότι υπάρχει αλλομετρική αύξηση μεταξύ του μήκους και του βάρους (π.χ. εάν το $b > 3$, το ψάρι γίνεται βαρύτερο για το μήκος). Η παράμετρος a είναι η τομή της γραμμής παλινδρόμησης στον άξονα « ψ » και δείχνει την φυσική κατάσταση του ψαριού (π.χ. ένας οργανισμός με υψηλότερο a είναι βαρύτερος για το μήκος του).

Οι παράμετροι a και b της σχέσης μήκους-βάρους παρουσιάζουν διαφορές ανάμεσα στα είδη αλλά και μεταξύ των διαφορετικών ιχθυοπληθυσμών του ίδιου είδους. Επίσης η σχέση μήκους-βάρους ενός είδους μπορεί να διαφέρει στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του ψαριού. Τέτοια στάδια είναι το στάδιο του εμβρύου και το στάδιο της λάρβας, οπότε πριν από το 1^ο έτος της ηλικίας πρέπει να υπολογίζεται η σχέση μήκους-βάρους, καθώς αυτό το στάδιο θεωρείται ανεξάρτητο. Ακόμη διαφορές

παρουσιάζονται και κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής και της γενετικής ωρίμανσης.

Ο συντελεστής b παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα για το ίδιο είδος σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Σε αντίθεση με τον συντελεστή a που ποικίλει εποχικά αλλά και σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Ricker, 1998).

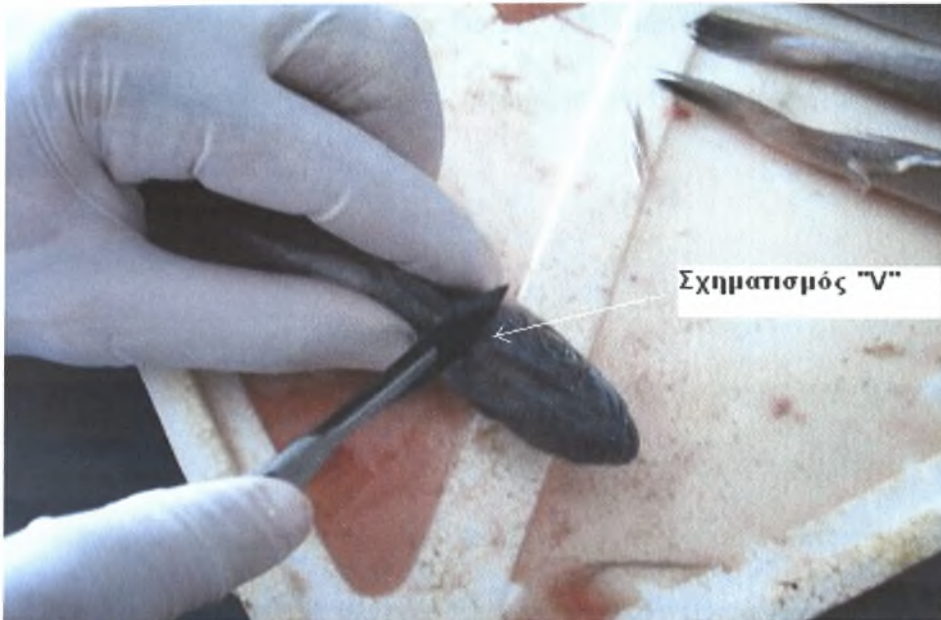
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1 Ηλικία

3.2.1.1 Αφαίρεση ωτολίθων από τα δείγματα

Η μέθοδος αφαίρεσης των ωτολίθων από το μπακαλιάρο είναι σχετικά ευκολότερη από τα υπόλοιπα ψάρια. Αυτό οφείλεται στον σχηματισμό ενός “V” στο πάνω μέρος του κεφαλιού (Εικ. 3.2), το οποίο αποκαλύπτει το σημείο που βρίσκεται το ζεύγος των τοξοειδών ωτολίθων (*Sagittae*). Εκεί που τελειώνει το πίσω μέρος του “V”, γίνεται εγκάρσια τομή με το νυστέρι. Στο σημείο αυτό, βαθιά στο εσωτερικό της τομής διακρίνεται το μπροστινό μέρος των δύο ωτολίθων. Κρατώντας ανοιχτή την τομή με μία λαβίδα αφαιρέθηκαν οι δυο ωτόλιθοι. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε κατά την εξαγωγή των ωτολίθων, κυρίως των μικρών ψαριών καθώς είναι πολύ εύθραυστοι.

Μετά την εξαγωγή τους, οι ωτόλιθοι, καθαρίστηκαν με ζεστό νερό και τρίφτηκαν με τον δείκτη και τον αντίχειρα ώστε να απαλλαχθούν από τα υπολείμματα αίματος και ιστών που τυχόν υπήρχαν. Στην συνέχεια, αφού στέγνωσαν τοποθετήθηκαν σε χάρτινα φακελάκια, όπου και παρέμειναν 20 μέρες περίπου, μέχρι την ανάγνωσή τους.



Εικόνα 3.4. Σχηματισμός "V" στο πάνω μέρος του κεφαλιού του μπακαλιάρου

3.2.1.2 Υπολογισμός της ηλικίας του μπακαλιάρου με στερεοσκοπική εξέταση των ωτολίθων

Η παρατήρηση των ωτολίθων έγινε σε στερεοσκόπιο συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι ωτόλιθοι τοποθετήθηκαν σε μαύρο υπόβαθρο με νερό και η παρατήρησή τους έγινε κάτω από προσπίπτοντα φωτισμό. Στους μικρούς σε μέγεθος ωτολίθους ήταν εμφανείς οι εναλλασσόμενες αδιαφανείς και διαφανείς ζώνες, ενώ στους μεγαλύτερους χρειάστηκε να γίνει λείανση. Κατά τη διαδικασία της λείανσης οι ωτόλιθοι πιέζονται ομοιόμορφα με το δάχτυλο πάνω σε ένα τραχύ περιστρεφόμενο δίσκο ώστε να αποκαλυφθούν οι δακτύλιοι.

3.2.1.3 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά ωτολίθων

Στους ωτολίθους μετρήθηκε το βάρος σε g, το μήκος σε cm και το πλάτος σε cm. Το βάρος μετρήθηκε με ζυγό ακριβείας 3^{ου} δεκαδικού και το μήκος και το πλάτος με παχύμετρο με ακρίβεια στο 2^ο δεκαδικό ψηφίο. Οι μετρήσεις αυτές συσχετίστηκαν με

τις μετρήσεις συνολικού μήκους και βάρους του ψαριού αντίστοιχα με σκοπό να βρεθεί αν και κατά πόσο διαφέρει ο ρυθμός αύξησης του ψαριού με τον ρυθμό αύξησης του ωτολίθου.

3.2.2 Ανάπτυξη

Για την μελέτη της ανάπτυξης του μπακαλιάρου, υπολογίστηκε η κατά μήκος σύνθεση ανά φύλο, η σχέση μεσουραίο μήκος-βάρος σώματος και έγινε συσχέτιση μεσουραίου μήκους με την ηλικία. Ακόμη, μελετήθηκαν οι παρακάτω σχέσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των ωτολίθων και του ψαριού:

- Μήκος ωτολίθου-μήκος σώματος ψαριού
- Διάμετρος ωτολίθου-μήκος σώματος ψαριού
- Βάρος ωτολίθου-βάρος ψαριού

Οι σχέσεις αυτές μελετήθηκαν χρησιμοποιώντας το γραμμικό αλλομετρικό μοντέλο ($Y=a+b^x$) που έχει λογαριθμοποιηθεί. Χρησιμοποιήθηκε το παραπάνω μοντέλο, διότι δίνει τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης (r). Περαιτέρω, η σχέση μήκους-βάρους υπολογίστηκε βάσει της εξίσωσης:

$$TW=a \times FL^b,$$

όπου a σταθερά,

b η κλίση της ευθείας,

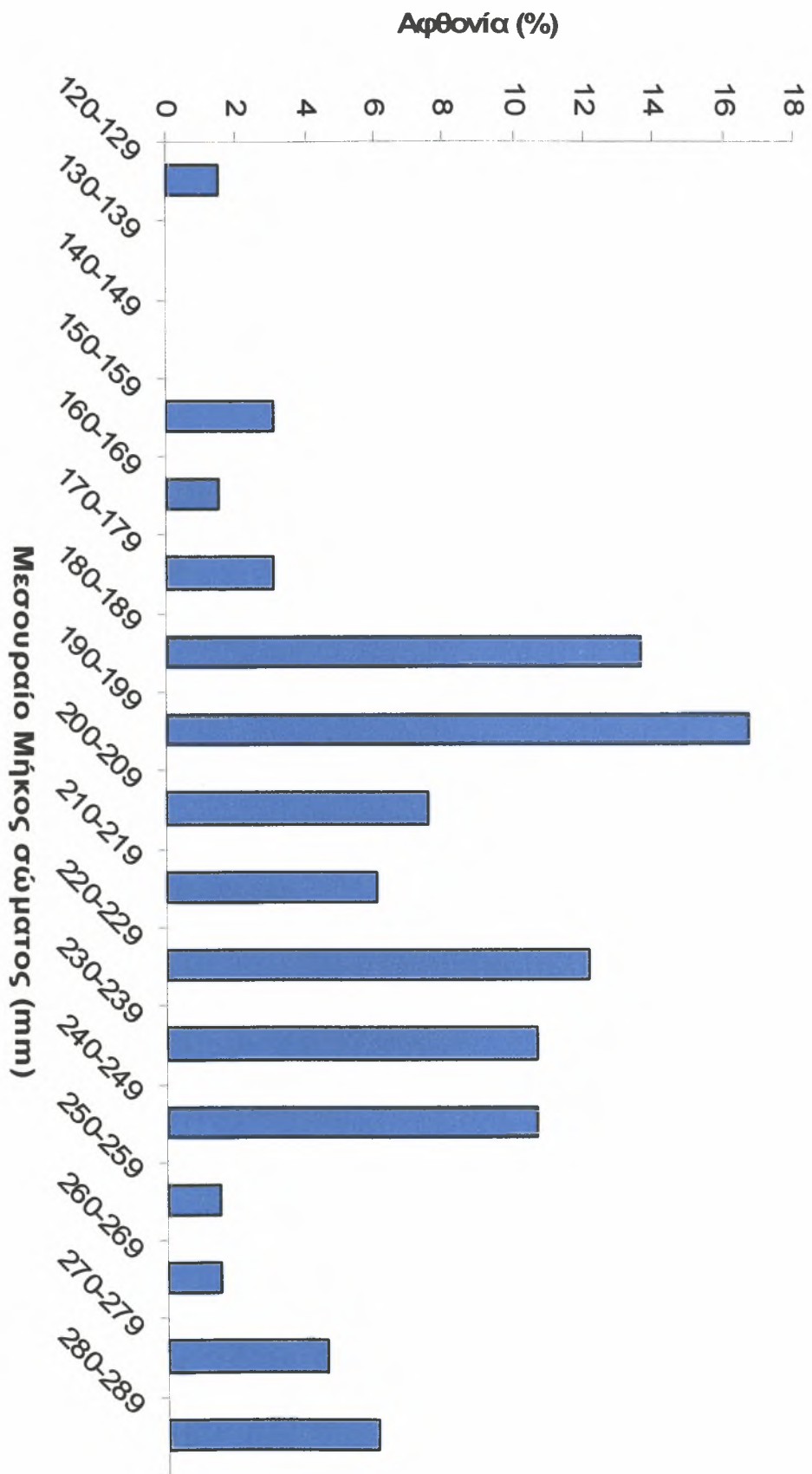
TW το συνολικό βάρος του σώματος και FL το συνολικό μήκος του σώματος.

Η δοκιμασία Student's test εφαρμόστηκε για σύγκριση των κλίσεων των μορφομετρικών σχέσεων μεταξύ αυτών και της υποθετικής τιμής της ισομετρίας. Οι αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS. Η σύγκριση των κλίσεων των εξισώσεων παλινδρόμησης ανάμεσα στα δύο φύλα έγινε μέσω της Ανάλυσης Συνδιακύμανσης (ANCOVA).

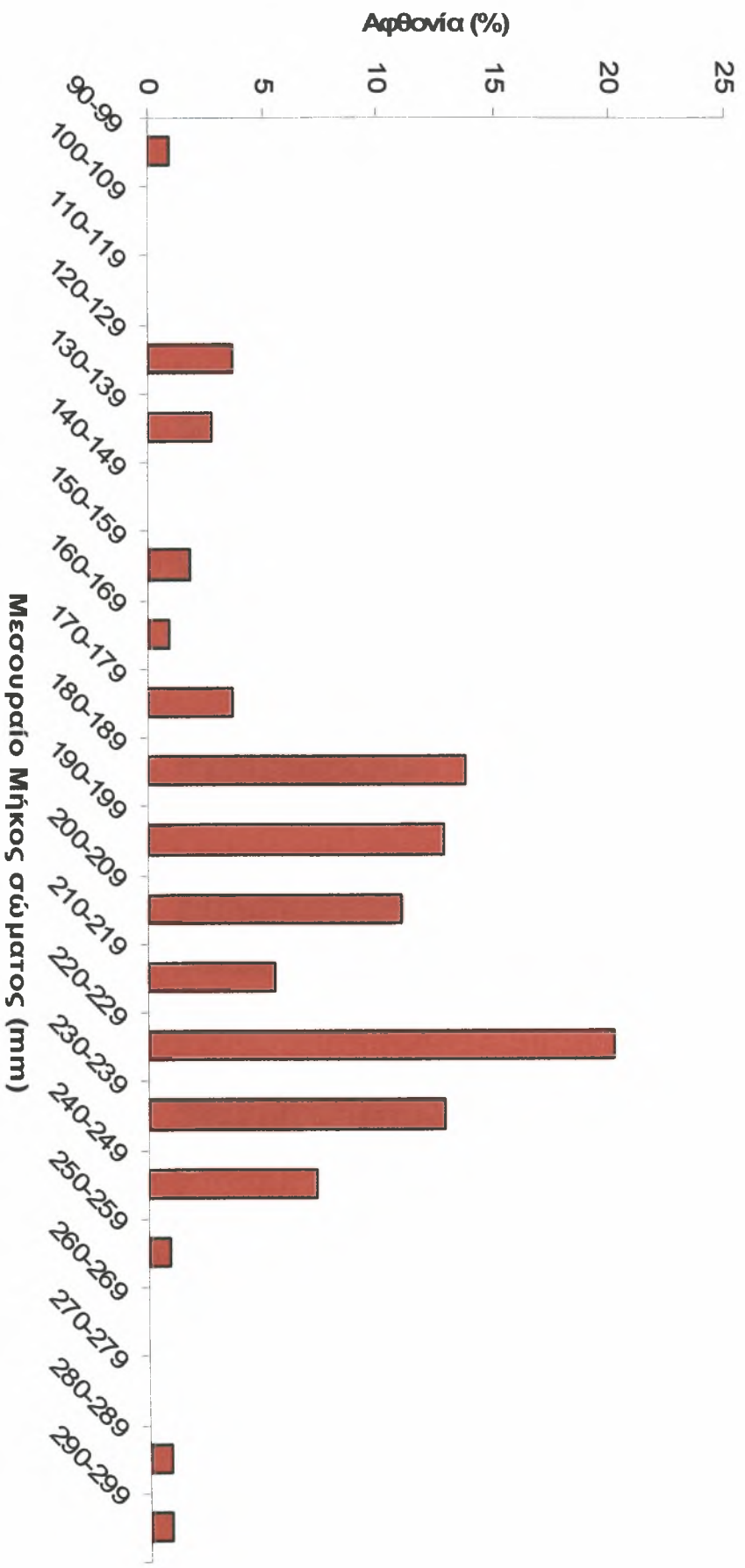
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.3.1 Κατά μήκος σύνθεση του μπακαλιάρου (*M. merluccius*) στον Παγασητικό κόλπο

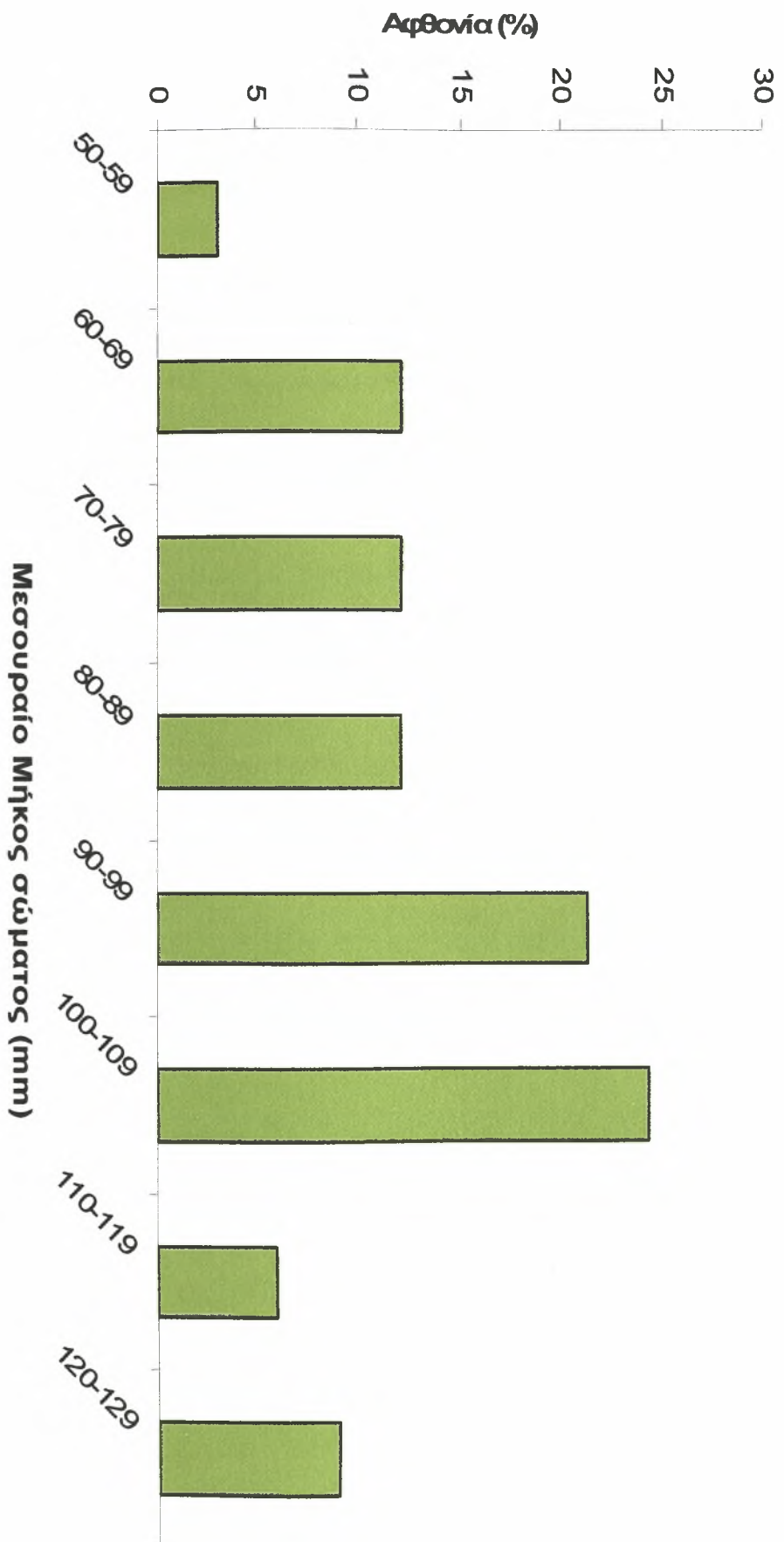
Το μεσουραίο μήκος των 208 ατόμων μπακαλιάρου κυμάνθηκε από 59 έως 292 mm. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι κατά μήκος συνθέσεις των αρσενικών, θηλυκών και απροσδιόριστων ατόμων, αντίστοιχα. Τόσο στα αρσενικά όσο και στα θηλυκά άτομα διακρίνονται τρεις ομάδες μηκών. Η πρώτη που αποτελείται από άτομα μήκους 110-169 mm είναι μικρής αφθονίας (6,1% και 10,1% των αρσενικών και θηλυκών ατόμων, αντίστοιχα). Σε αυτή την ομάδα ανήκουν τα απροσδιοριστου φύλου άτομα (15,9% επί του συνόλου των δειγμάτων). Η δεύτερη ομάδα, μήκους 170-249 mm, είναι πολύ μεγάλης αφθονίας (80,3% και 87,2% των αρσενικών και θηλυκών ατόμων, αντίστοιχα), ενώ η τρίτη ομάδα μηκών, άνω των 250 mm, ήταν η λιγότερο άφθονη (13,6% και 2,8% των αρσενικών και θηλυκών ατόμων, αντίστοιχα).



Σχήμα 3.1. Η αφθονία των αρσενικών ατόμων μετακαλιάρου σε κάθε κλάση μήκους



Σχήμα 3.2. Η αφθονία των θηλυκών ατόμων μπακαλιάρου σε κάθε κλάση μήκους



Σχήμα 3.3. Η αφθονία των απροσδιόριστων ατόμων μεσακάλιωρου σε κάθε κλάση μήκους

3.3.2 Σχέσεις ολικού βάρους – Μεσουραίου μήκους

Η σχέση ολικού βάρους-μεσουραίου μήκους υπολογίστηκε για τα δύο φύλα ξεχωριστά, για τα απροσδιόριστα καθώς και για το σύνολο του πληθυσμού.

3.3.2.1 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για το σύνολο των πληθυσμών

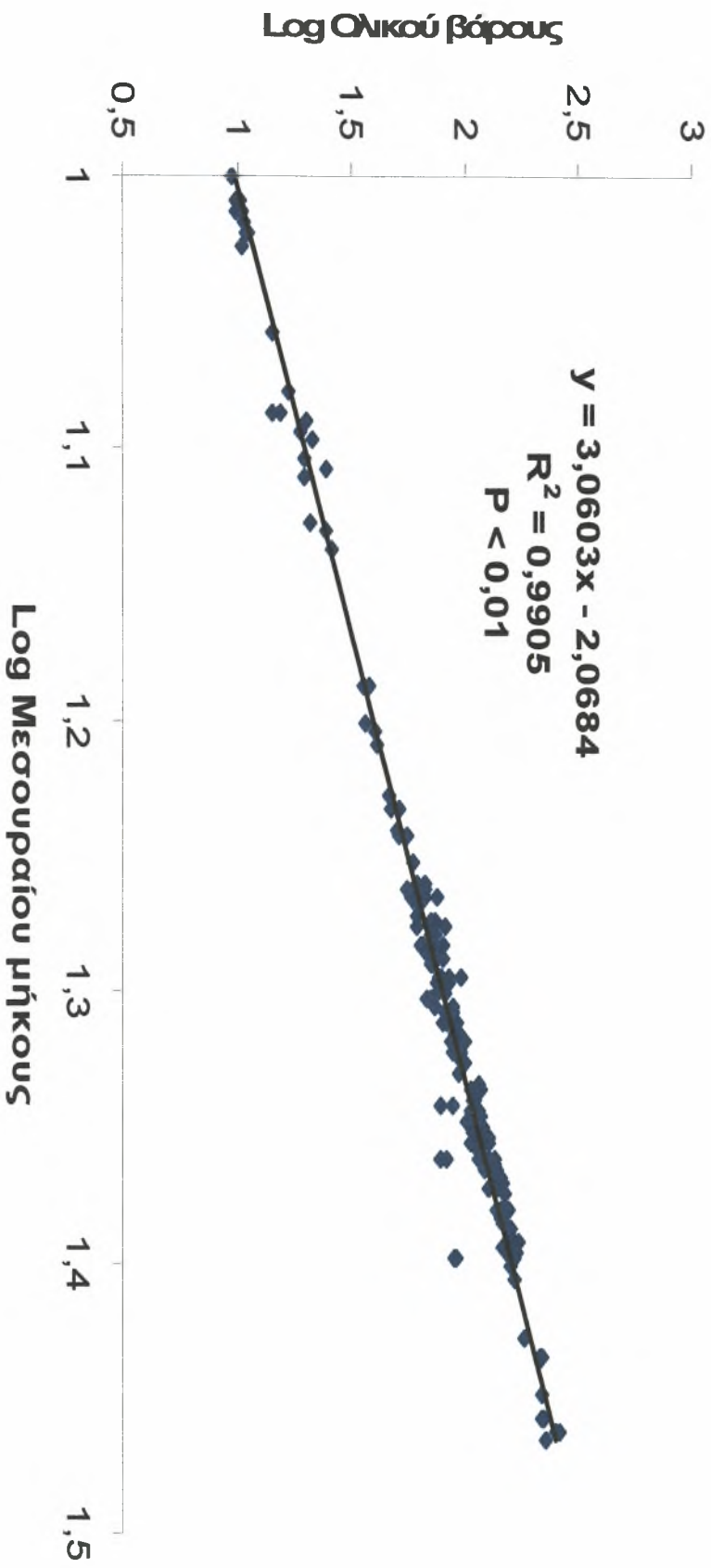
Η σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για το σύνολο του πληθυσμού που υπολογίστηκε είχε την εξής μορφή:

$$y = 3,0603x - 2,0684$$

όπου y είναι ο λογάριθμος του ολικού βάρους και

x ο λογάριθμος του μεσουραίου μήκους

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,99. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ. 3.1) του ολικού βάρους με το ολικό μήκος για το σύνολο του πληθυσμού φαίνεται παρακάτω.



Διάγραμμα 3.1. Σχέση ολικού βάρους σώματος – μεσοουραίου μήκους για τον συνολικό πληθυσμό

3.3.2.2 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα θηλυκά άτομα

Η σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα αρσενικά που υπολογίστηκε, είχε την εξής μορφή:

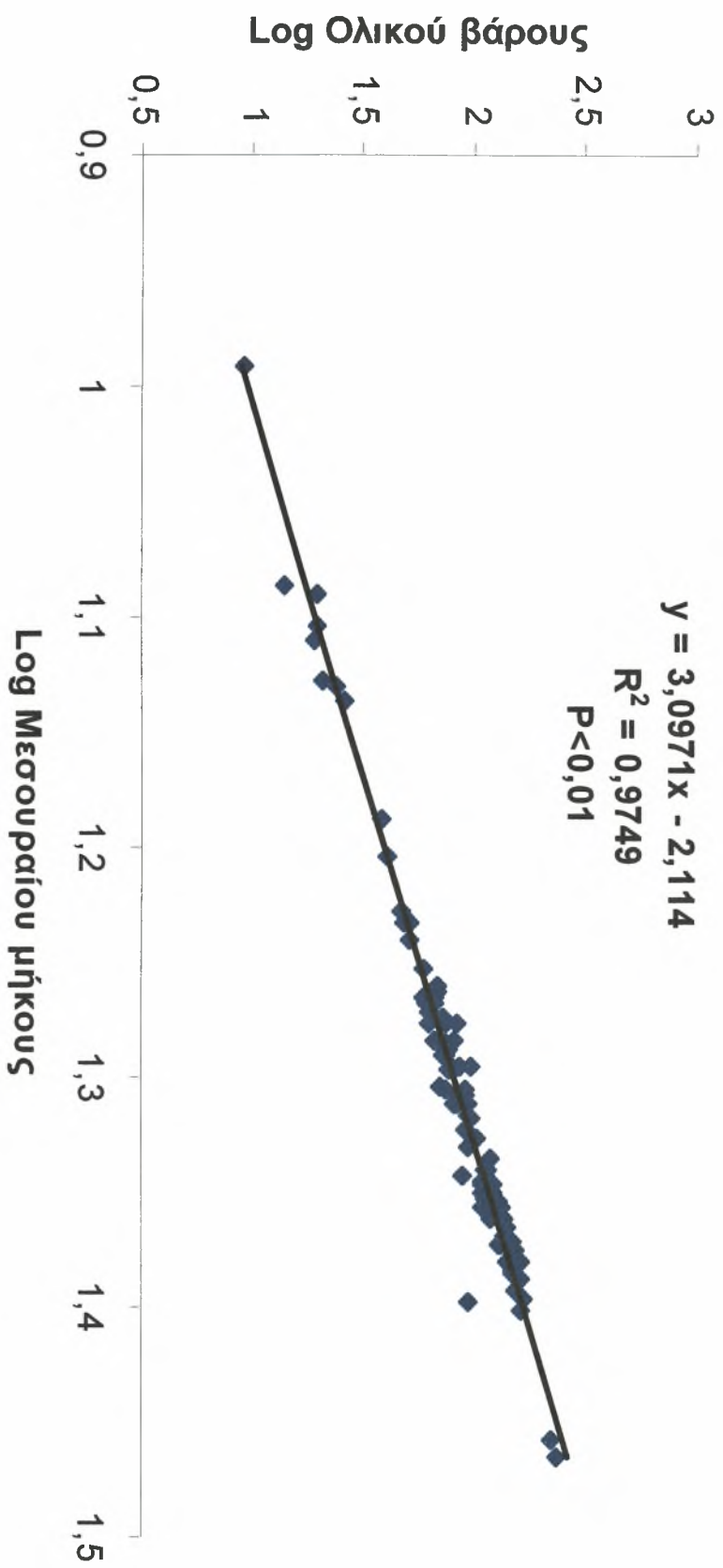
$$y = 3,0971x - 2,114$$

όπου y είναι ο λογάριθμος του ολικού βάρους και

x ο λογάριθμος του μεσουραίου μήκους

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,9749 ενώ το τυπικό σφάλμα (P) ήταν $P < 0,01$. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγραμμα 3.2) του ολικού βάρους με το ολικό μήκος για τα θηλυκά άτομα φαίνεται παρακάτω.





Διάγραμμα 3.2. Σχέση ολικού βάρους σώματος – μεσορραίου μήκους για τα θηλυκά άτομα

3.3.2.3 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα αρσενικά άτομα

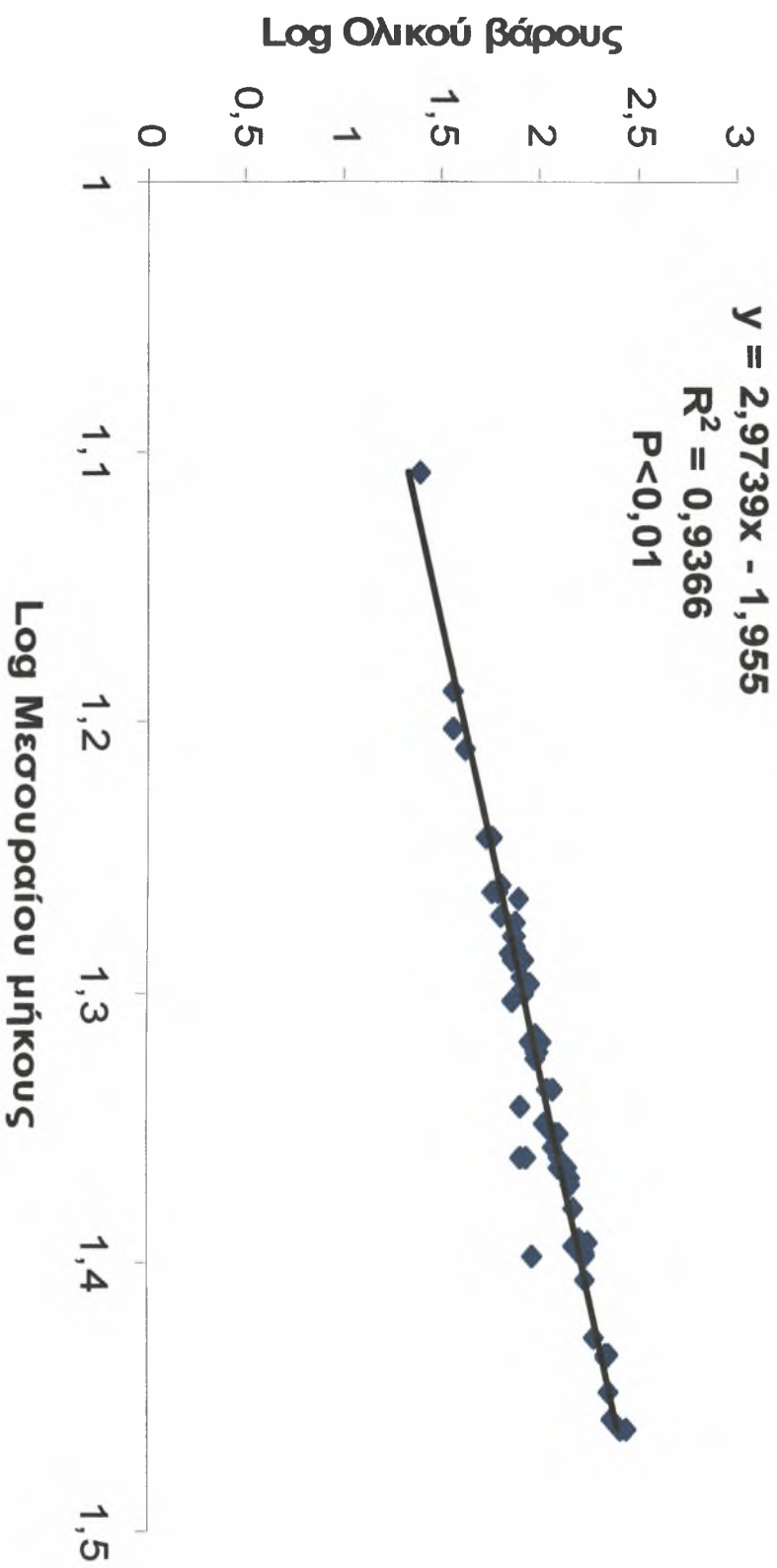
Η σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα αρσενικά άτομα που υπολογίστηκε, είχε την εξής μορφή:

$$y = 2,9739x - 1,955$$

όπου y είναι ο λογάριθμος του ολικού βάρους και

x ο λογάριθμος του μεσουραίου μήκους

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,93. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ. 3.3) του ολικού βάρους με το ολικό μήκος για τα αρσενικά άτομα φαίνεται παρακάτω.



Διάγραμμα 3.3. Σχέση ολικού βάρους σώματος – μεσεντερικού μήκους για τα αρσενικά άτομα

3.3.2.4 Σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα απροσδιόριστα άτομα

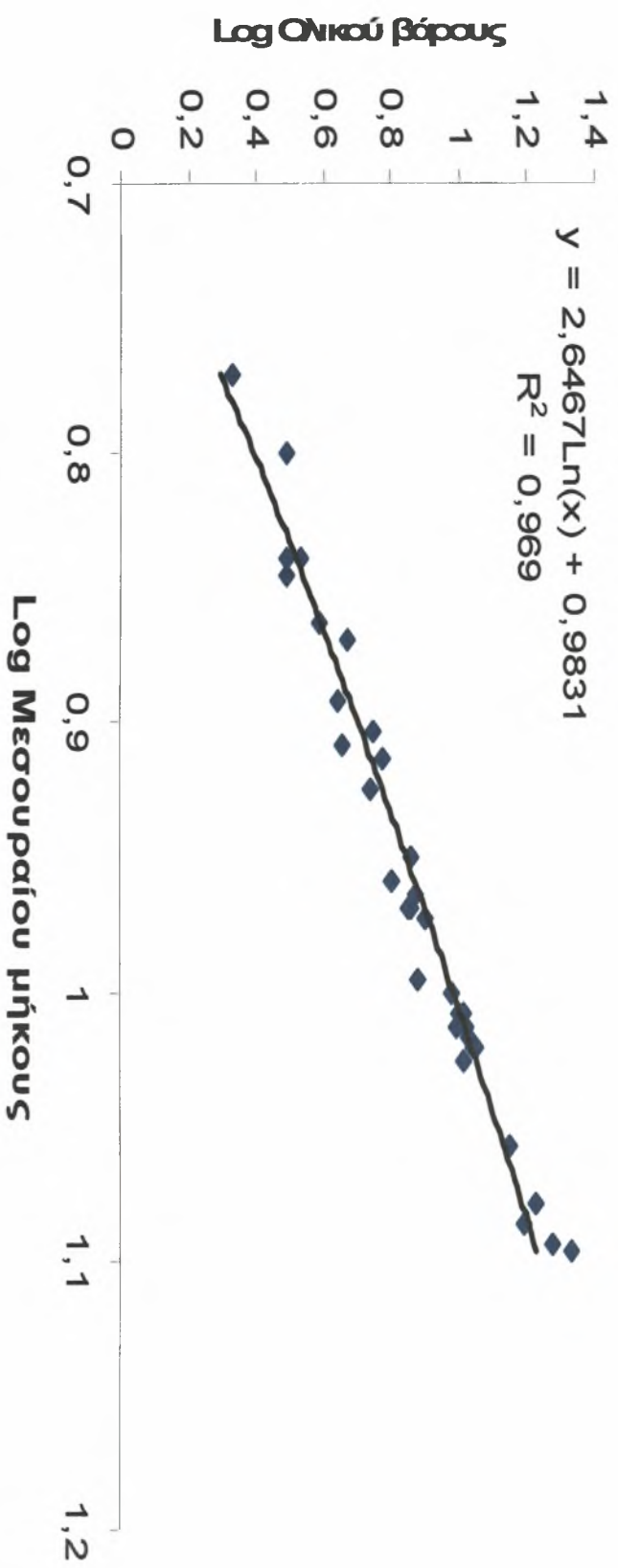
Η σχέση ολικού βάρους – μεσουραίου μήκους για τα απροσδιόριστα άτομα του πληθυσμού που υπολογίστηκε είχε την εξής μορφή:

$$y = 2,8333x - 1,8558$$

όπου y είναι ο λογάριθμος του ολικού βάρους και

x ο λογάριθμος του μεσουραίου μήκους

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,97. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ 3.4) του ολικού βάρους με το ολικό μήκος για τα απροσδιόριστα άτομα φαίνεται παρακάτω

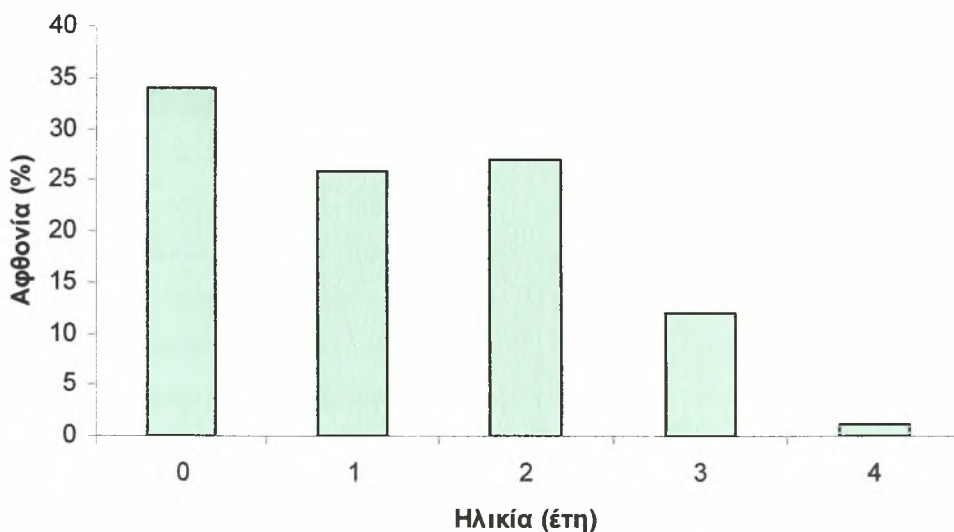


Διάγραμμα 3.4. Σχέση ολικού βάρους σώματος – μεσουραίου μήκους για τα απροσδιόριστα άτομα

3.3.3 Αφθονία των ατόμων σε κάθε ηλικιακή κλάση

Από το σύνολο των 208 ατόμων μπακαλιάρου (*M. merluccius*) που μελετήθηκαν για την συγκεκριμένη εργασία, στα 182 ήταν δυνατή η προσέγγιση της ηλικίας. Η μικρή αυτή απώλεια οφειλόταν είτε σε καταστροφή των ωτολίθων κατά την εξαγωγή τους από τα ψάρια, είτε στην αδύνατη ανάγνωσή τους λόγω μη καλού σχηματισμού των δακτυλίων.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων (34,06%) είχε ηλικία 0+, ενώ ακολουθούσαν οι ηλικίες 2+,1+,3+,4+ με αντίστοιχα ποσοστά 26,92%, 25,82%, 12,09% και 1,09% (Σχ. 3.4). Τα ψάρια με ηλικία 4 έτη ήταν ελάχιστα ενώ απουσίαζαν από τα δείγματα εντελώς άτομα με ηλικία >4.



Σχήμα 3.4. Αφθονία ατόμων μπακαλιάρου (*M. merluccius*) σε κάθε έτος ηλικίας

3.3.4 Σχέση Μεσουραίου Μήκους - Ηλικίας

Πίνακας 3.1: Κλάσεις μεσουραίου μήκους ανάλογα με την ηλικία του μπακαλιάρου στον Παγασητικό

ΚΛΑΣΗ ΜΗΚΟΥΣ (mm)	ΗΛΙΚΙΑ (σε έτη)					Σύνολο ατόμων
	0	1	2	3	4	
50 - 59	1					1
60 - 69	3					3
70 - 79	4					4
80 - 89	5					5
90 - 99	7					7
100 - 109	9					9
110 - 119	1					1
120 - 129	9					9
130 - 139	3					3
140 - 149						0
150 - 159	3					3
160 - 169	3					3
170 - 179	4	2				6
180 - 189	7	10				17
190 - 199	3	17	1			21
200 - 209		13				13
210 - 219		4	4			8
220 - 229		1	17	3		21
230 - 239			14	5		19
240 - 249			10	4		14
250 - 259			1	4		5
260 - 269				1		1
270 - 279				2	2	4
280 - 289				2		2
290 - 299				3		3
Σύνολο ατόμων	62	47	49	22	2	182
Μέσο μήκος (mm)	128	197	251	251	273	
Τυπική απόκλιση	42	10	11	23	1	

Από τον πίνακα φαίνεται ότι η επικάλυψη είναι μεγάλη μεταξύ των ομάδων ηλικιών 0 και 1 για την ομάδα μηκών 170-199mm, μεταξύ των 1 και 2 για τα μήκη 210-229mm, μεταξύ των 2 και 3 για τα μήκη 220-259 ενώ μετά την ηλικία 3 το δείγμα είναι πολύ περιορισμένο και χωρίς σχεδόν υπερκάλυψη μηκών.

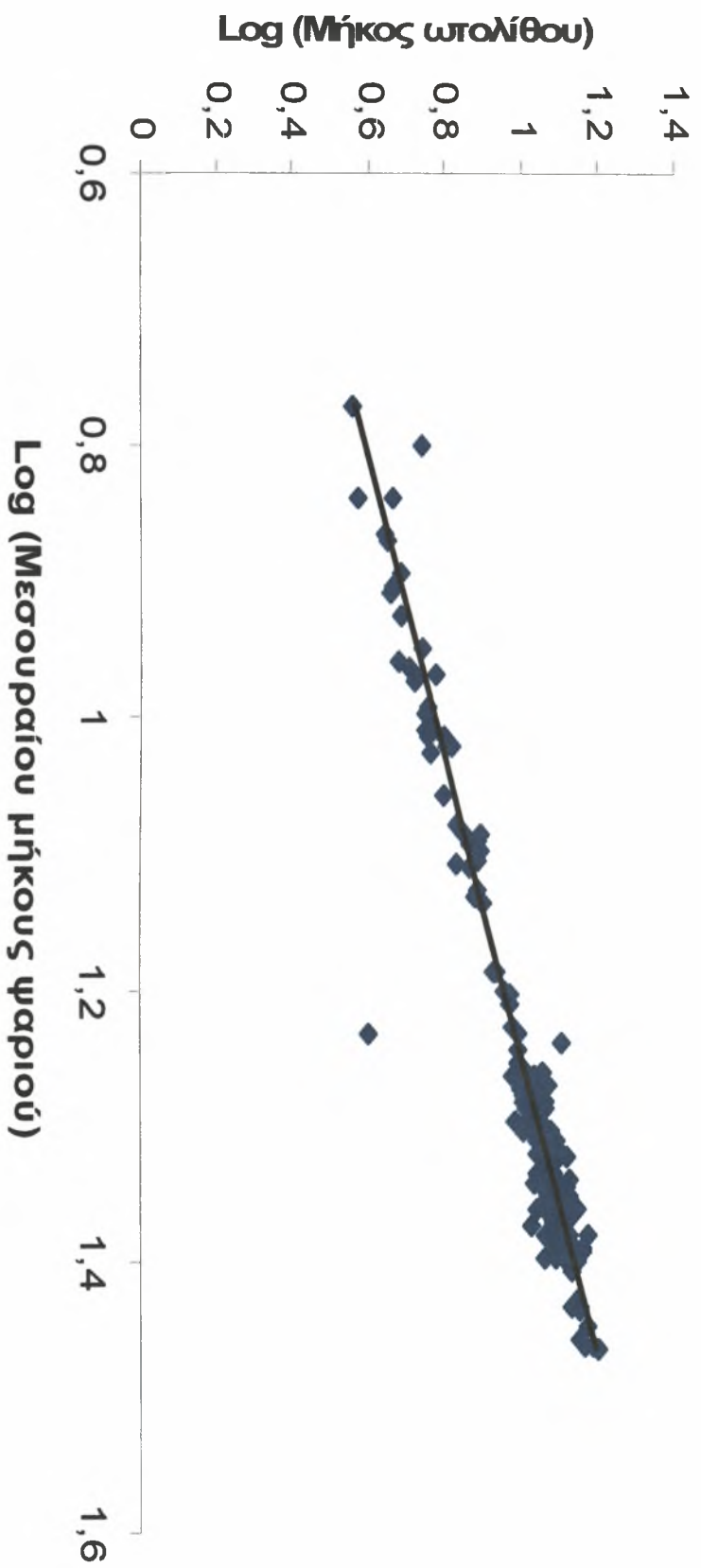
3.3.5 Σχέση Μεσουραίου μήκους – μήκους ωτολίθου

Η εξίσωση που έδινε τη σχέση μεταξύ του μεσουραίου μήκους και του βάρους του ψαριού δινόταν από τη σχέση:

$$\text{Log (Μ.Ω.)} = 0,1338 + 0,9 \text{ Log (Μ.Ψ.)}$$

όπου Μ.Ω. το μήκος των ωτολίθων και Μ.Ψ. το μεσουραίο μήκος των ψαριών

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,7. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ. 3.5) του μήκους των ωτολίθων και του μεσουραίου μήκους των ψαριών ακολουθεί παρακάτω.



Διάγραμμα 5.5. Σχέση μεσουραίου μήκους-μήκους ωτολίθου

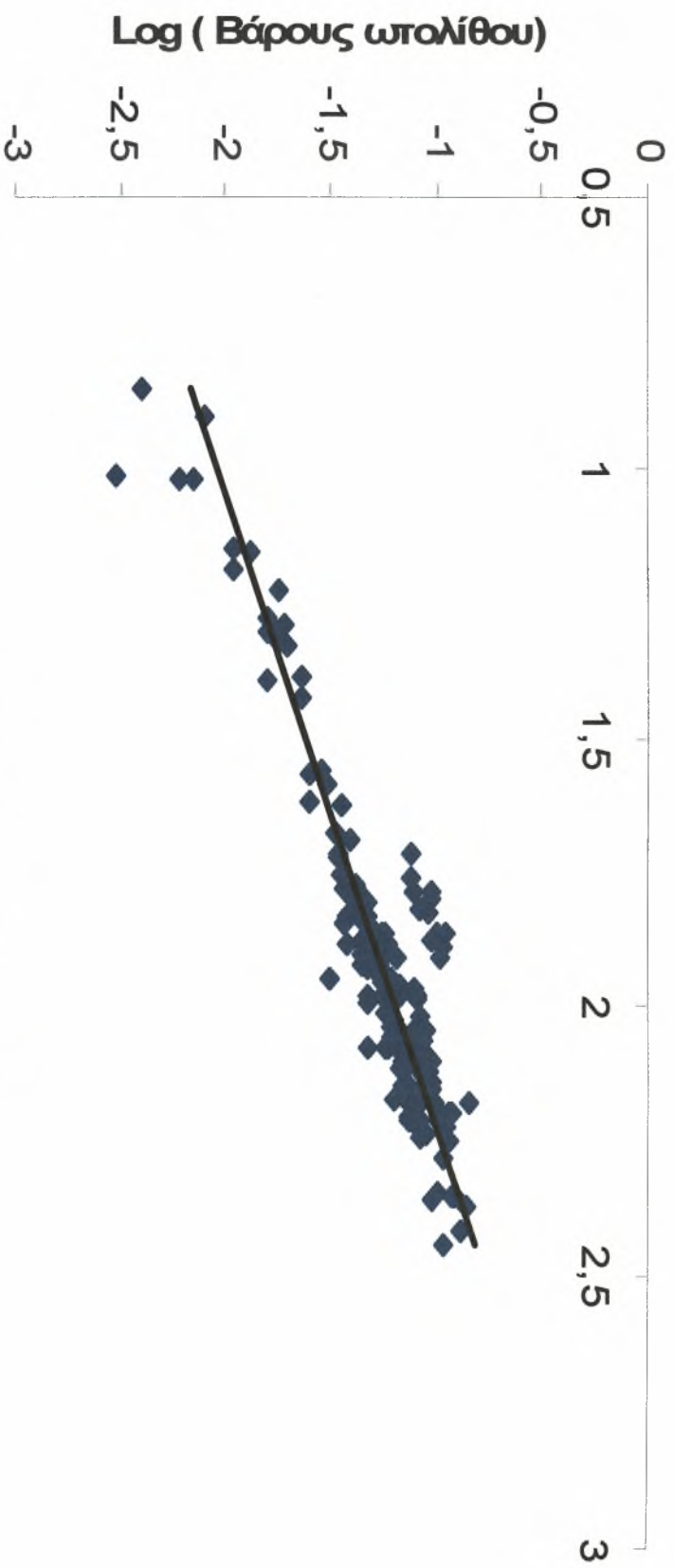
3.3.6 Σχέση βάρους ψαριού – βάρους ωτολίθου

Η εξίσωση που έδινε την σχέση μεταξύ του μεσουραίου μήκους και του βάρους του ψαριού δινόταν από την σχέση:

$$\text{Log (B.}\Omega\text{.)} = 2,87 + 0,84 \text{ Log (B.}\Psi\text{.)}$$

όπου B.Ω. το μήκος των ωτολίθων και B.Ψ. το μεσουραίο μήκος των ψαριών

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,92. Παρακάτω φαίνεται και το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ. 3.6) της σχέσης βάρους ψαριού-βάρους ωτολίθου.



Log (Ολιβού Βάρους)

Διάγραμμα 3.6. Σχέση ολιβού βάρους-βάρους ωπαλίθου

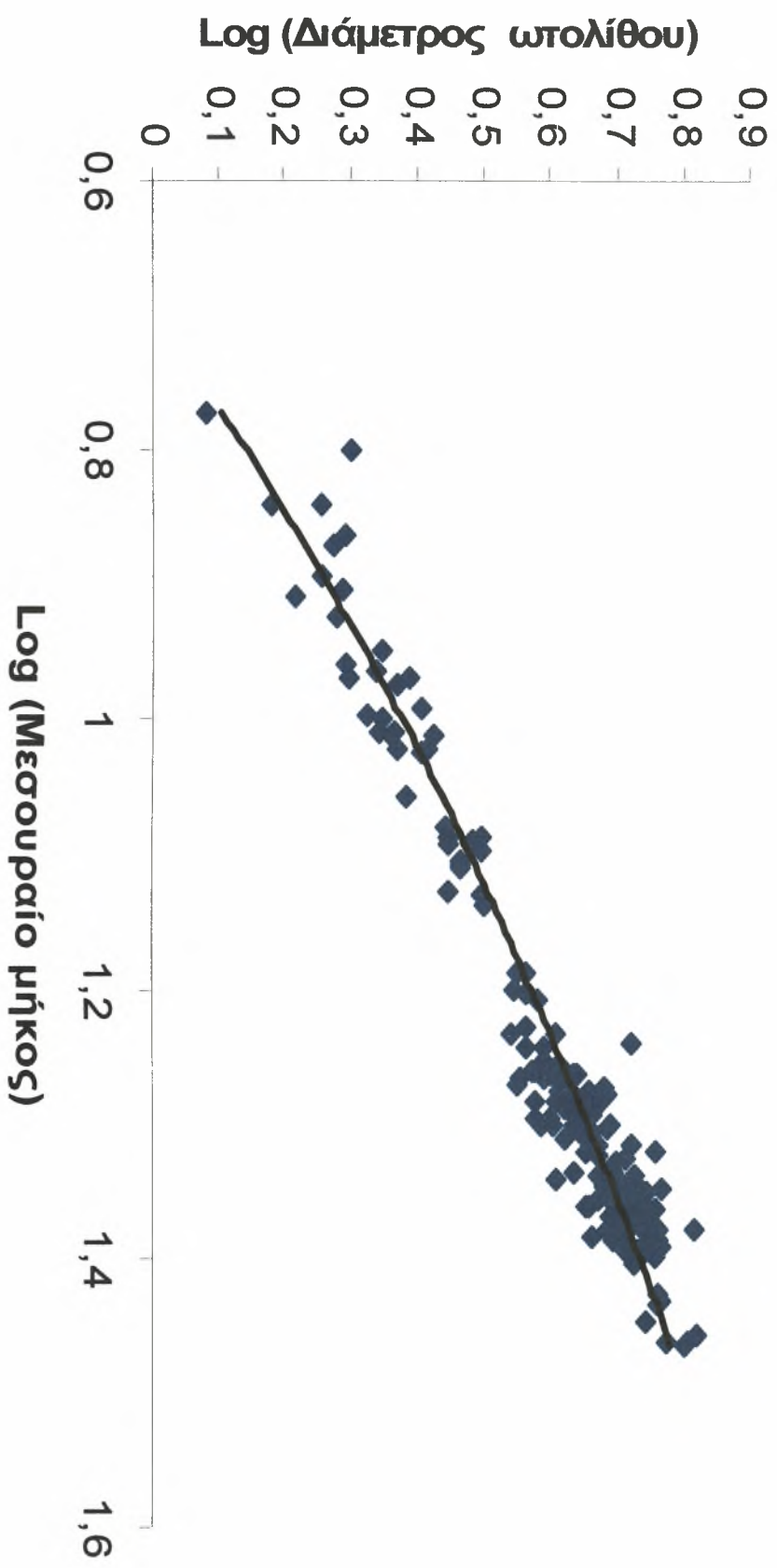
3.3.7 Σχέση Μεσουραίο μήκος – διάμετρος ωτολίθου

Η σχέση διαμέτρου ωτολίθου και μεσουραίου μήκους δίνεται από την εξίσωση:

$$\text{Log} (\Delta.\Omega.) = 2,87 + 0,84 \text{ Log} (\Delta.\Psi.)$$

όπου $\Delta.\Omega.$ το μήκος των ωτολίθων και $\Delta.\Psi.$ το μεσουραίο μήκος των ψαριών

Ο συντελεστής συσχέτισης (r) ήταν 0,97. Το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγρ. 3.7) της διαμέτρου των ωτολίθων και του μήκους των ψαριών ακολουθεί παρακάτω.



Εικόνα 3.7. Σχέση μεσοουραίο μήκος-διάμετρος ωτολίθου

3.3.8 Εξίσωση Von Bertalanffy

Η περιγραφή της αύξησης του μπακαλιάρου (*M. Merluccius*) έγινε με βάση την εξίσωση *Von Bertalanffy*, η οποία υπολογίστηκε και για τα δύο φύλλα μαζί. Οι παράμετροι της εξίσωσης αναγράφονται στον Πίνακα 3.2:

Πίνακας 3.2. Παράμετροι αύξησης μπακαλιάρου (*M. merluccius*) σύμφωνα με την εξίσωση *Von Bertalanffy*

			Όρια εμπιστοσύνης 95%	
Παράμετροι αύξησης	Τιμές	Τυπική απόκλιση	Ανώτερο	Κατώτερο
Linf	27,32	1,327	24,71	29,94
K	0,62	0,117	0,39	0,85
t ₀	-1,01	0,144	-1,29	-0,72

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το μεγαλύτερο ποσοστό (34,06%) των ατόμων του δείγματος στα οποία ήταν δυνατή η προσέγγιση της ηλικίας, είχαν ηλικία 0+. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι τα άτομα του μπακαλιάρου έχουν γεννηθεί κατά τους χειμερινούς μήνες και δεν έχει σχηματιστεί ακόμα ο πρώτος δακτύλιος. Σε έρευνα των Παπακωνσταντίνου κ. ά. (1998) στο νότιο Αιγαίο έχει διατυπωθεί επίσης ότι ο πρώτος δακτύλιος σχηματίζεται κατά τους χειμερινούς μήνες. Ακόμη, καθώς τα άτομα του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο υφίστανται μεγάλη αλιευτική πίεση, οδηγούνται σε πρόωρη αλίευση με αποτέλεσμα η μέγιστη ηλικία τους να είναι μικρή.

Οι κλάσεις μήκους-ηλικίας μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της ηλικίας του μπακαλιάρου, διότι υπήρχε σημαντική επικάλυψη των ομάδων μήκους στις διάφορες ηλικίες. Επίσης, τα αποτελέσματα για την εκτίμηση ηλικίας μέσω ωτολίθων συμφωνούν σε πολύ μεγάλο βαθμό με αυτά που προέκυψαν από την κατά μήκος σύνθεση.

Η υψηλή αφθονία νεαρών ατόμων μπακαλιάρου, με μεσουραίο μήκος μικρότερο από 170 mm, υποδεικνύει πως το είδος χρησιμοποιεί τον Παγασητικό κόλπο ως πεδίο συγκέντρωσης νεαρών ατόμων (nursery ground). Αυτό συμφωνεί με την παλαιότερη μελέτη του Πετράκη (2000) όπου το μήνα Ιούνιο το ποσοστό των ατόμων με μήκη άνω των 240 mm ήταν επίσης πολύ περιορισμένο. Αυτό πιθανά να οφείλεται αφενός στη μετακίνηση των μεγάλωσμων ατόμων από και προς τον Παγασητικό κόλπο, καθώς έχει βρεθεί από τον Πετράκη (2000) ότι η συγκέντρωση των ατόμων μπακαλιάρου είναι αυξημένη έξω από τον Παγασητικό κόλπο σε σχέση με το υπόλοιπο Αιγαίο και αφετέρου σε οριζόντιες και κατακόρυφες τοπικές μετακινήσεις εντός του κόλπου. Η υψηλή αφθονία νεαρών ατόμων μπακαλιάρου (*M. merluccius*)

στον Παγασητικό κόλπο, πιθανώς να οφείλεται και στην υπεραλίευση των αποθεμάτων του είδους στον κόλπο, όπως επίσης και στη μείωση του μέσου μεγέθους αλίευσης.

Μία άλλη πιθανή εξήγηση στην οποία μπορεί να αποδοθεί το υψηλό ποσοστό ύπαρξης μικρών ατόμων στην παρούσα έρευνα μπορεί να αποδοθεί και στην εποχή σύλληψης των ψαριών. Ο μπακαλιάρος μπορεί να αναπαράγεται όλο το χρόνο ωστόσο όμως, φαίνεται ότι προς το τέλος της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού η αναπαραγωγή παίρνει τις μέγιστες τιμές. Με την άποψη αυτή συμφωνεί και η εποχική μελέτη των Rodríguez και Esteban (2002) οι οποίοι βρήκαν αυξημένο το ποσοστό των μικρόσωμων ατόμων τους καλοκαιρινούς μήνες στην νοτιοανατολική Μεσόγειο.

Αναφορικά με το βάρος σώματος, αυτό αυξάνει με την ίδια ταχύτητα με το μήκος σώματος, τόσο στα αρσενικά, όσο και στα θηλυκά άτομα, όπως φαίνεται από τις τιμές του συντελεστή b , της εξίσωσης $TW = a * TL^b$ οι οποίοι παίρνουν τιμές πολύ κοντά στο 3. Παρόμοιους συντελεστές b , της σχέσης μήκους-βάρους για τον μπακαλιάρο (*M. merluccius*) έχουν βρει και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Παπακωνσταντίνου κ. ά., 1989: 1994), και της Μεσογείου (Livadas, 1988), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3. Παράμετροι a και b σχέσης για τον μπακαλιάρο σε διάφορες περιοχές της *Von Bertalanffy* Ελλάδας

Κλίση (a)	Συντελεστής b	Περιοχή	Βιβλιογραφία
$3,2 \cdot 10^{-6}$	3,153	Θερμαϊκός κόλπος	Παπακωνσταντίνου κ. ά., 1994
$3,0 \cdot 10^{-6}$	3.179	Ευβοϊκός κόλπος	Παπακωνσταντίνου κ. ά., 1989
$2.0 \cdot 10^{-6}$	3.216	Δίαυλος Ωρεών και Τρικεριού	
$2.0 \cdot 10^{-6}$	3.208	Παγασητικός κόλπος	
$4.0 \cdot 10^{-6}$	3.115	Ν. Ευβοϊκός	
$2.0 \cdot 10^{-6}$	3.280	Κόλπος Πεταλίων	
$5.87 \cdot 10^{-3}$	3.07	Κυπριακό Πέλαγος	Livadas R.J., 1988
$8.0 \cdot 10^{-3}$	3.06	Παγασητικός	Παρούσα έρευνα

Οι παράμετροι ανάπτυξης που υπολογίστηκαν ($L_{inf}=27,3298$, $K=0,625258$ και $t_0=-1,01461$) σε αυτή την έρευνα με την εξίσωση *Von Bertalanffy*, έδειξαν να διαφέρουν από προηγούμενες έρευνες που είχαν γίνει στον Παγασητικό (Παπακωνσταντίνου κ.ά., 1989), στο Θερμαϊκό και το Σαρωνικό κόλπο (Τσιμενίδης κ.ά., 1978) και στο Νότιο Ατλαντικό (Godinho et al., 2001) (Πίν. 3.4). Συγκεκριμένα, ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι πλησιάζει το L_{inf} (K) ήταν μεγαλύτερος στην παρούσα έρευνα. Αυτό πιθανά να οφείλεται στον σχετικά μικρό αριθμό δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και στο γεγονός ότι από τα δείγματα απουσίαζαν τα άτομα ηλικίας άνω των τεσσάρων ετών.

Πίνακας 3.4 Πάμετροι αύξησης μπακαλιάρου (*M. merluccius*) σε διάφορες περιοχές

Linf (mm)	K	to	Περιοχή	Πηγή
887	0,128	-1,174	Ατλαντικός	Pineiro and Sainza, 2003
597,9	0,145	-1,6	Παγασητικός	Παπακωνσταντίνου κ. α., 1989
1000	0,23	-1,119	Alicante	Garcia and Esteban, 2001
1106	0,08	-0,97	Ατλαντικός	Godinho et al., 2001
647,5	0,120	-1,08	N. Αιγαίο	Παπακωνσταντίνου κ. ά, 1998
850	0,120	-	Αδριατική	Jurgen and Pitcher, 1995
992	0,077	-1,484	Σαρωνικός	Jurgen and Pitcher, 1995
273,3	0,625	-1,014	Παγασητικός	Παρούσα εργασία

Από την σχέση μήκους σώματος – ηλικίας διαπιστώθηκε επίσης πως ο ρυθμός αύξησης που υπολογίστηκε πριν από την εξίσωση *Von Bertalanffy* είναι μικρός, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων με ηλικία 3 βρίσκεται στην κλάση μήκους 220-230mm. Σε άλλες μελέτες (Παπακωνσταντίνου κ.ά., Rodriguez & Esteban, 2001, Alheit & Pitcher, 1995) το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων με ηλικία 3 ετών παρουσιάστηκε ως επί το πλείστον σε μήκος 290mm και πάνω. Όσον αφορά τις ηλικίες 0, 1, 2 οι κλάσεις μήκους στις οποίες εμφανίζονταν η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων συμφωνούν με τις προαναφερθείσες.

Η στατιστικά αποδεκτή συσχέτιση του μήκους και βάρους του ψαριού με τα μήκη και βάρη καθώς και με τη διάμετρο των ωτολίθων (υψηλός συντελεστής συσχέτισης, t-test, ANCOVA) έδειξε ότι οι κλίσεις των ευθειών διαφέρουν σημαντικά από την ισομετρία, παρουσιάζοντας μια αρνητική αλλομετρία στις αντίστοιχες εξισώσεις

μήκους ψαριού-μήκους ωτολίθου και βάρους ψαριού-βάρους ωτολίθου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη του μεσουραίου μήκους και του βάρους του ψαριού είναι ταχύτερη συγκριτικά με την ανάπτυξη του μήκους και του βάρους του ωτολίθου. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Καπίρη κ.ά. (2007), για το ίδιο είδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

4.1 Εισαγωγή

Τα ψάρια αναπαράγονται συνήθως όταν φτάσουν στο μισό από το μέγιστο μέγεθος (L_{max}) που είναι δυνατόν να αποκτήσουν στη διάρκεια της ζωής τους. Το μέγεθος στο οποίο επιτυγχάνεται για πρώτη φορά η γεννητική ωρίμανση είναι γνωστό ως L_m και ο λόγος L_m/L_{max} , αποτελεί το αναπαραγωγικό φορτίο. Το L_m/L_{max} τείνει να είναι υψηλότερο στα μικρόσωμα απ' ότι στα μεγαλόσωμα είδη ψαριών. Δεδομένου ότι ψάρια διαφορετικών μεγεθών έχουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης, οι διαφορετικές τιμές των L_m δηλώνουν και διαφορετικές ηλικίες πρώτης ωριμότητας (t_m) (Froese & Palomares, 2005 «τα ψάρια στο διαδίκτυο»).

4.1.1 Εποχή αναπαραγωγής

Τα ρεύματα και οι στρόβιλοι επηρεάζουν σημαντικά τη μετατόπιση των αυγών και των προνυμφών των μπακαλιάρων. Αυτά τα ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά ενεργούν υπέρ ή ενάντια στην επιτυχία νεοσυλλογής. Αν και η νεοσυλλογή μπακαλιάρων είναι σχεδόν συνεχής σε όλο το έτος, οι χαρακτηριστικές τοπικές αιχμές στη δραστηριότητα της ωοτοκίας βρίσκονται σε διαφορετικούς μήνες ανάλογα με την περιοχή. Στην Κεντρική-Δυτική Μεσόγειο, οι αιχμές νεοσυλλογής έχουν βρεθεί την άνοιξη και φθινόπωρο (Bartolino et. al., 2007). Η θερμοκρασία του νερού διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των αυγών και στη λαρβική ανάπτυξη και την επιβίωση διάφορων ειδών μπακαλιάρων (Steves και Cowen, 2000: Bartolino et. al., 2007).

Προηγούμενες μελέτες για την αναπαραγωγική βιολογία του μπακαλιάρου έχουν δείξει ότι το είδος αυτό στο Βισκαϊκό κόλπο ωτοκεί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με βαθμό ωτοκίας να είναι υψηλότερος τους μήνες Ιανουάριο – Μάρτιο και χαμηλότερος κατά τη διάρκεια του υπολοίπου του έτους (Murua & Motos, 2006: Murua et. al., 2006). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, το είδος αυτό είναι πολλαπλός εναποθέτης (Sarano, 1984 , Lisovenko & Adrianov, 1991). Στον Πίνακα 4.1 διακρίνονται για διάφορες περιοχές, οι μήνες αναπαραγωγής του μπακαλιάρου (*M. merluccius*).

Πίνακας 4.1 Αναπαραγωγική περίοδος μπακαλιάρου (*M. Merluccius*) σε διάφορες περιοχές.

Μήνες										Περιοχή	Πηγή
M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
X	X	X								Bay of Biscay	Cohen et al., 1990
			X	X						Bay of Biscay	Murua et al., 1996
X	X	X	X						X	Mediterranean	Cohen et al., 1990
X	X	X	X	X					X	Mediterranean	Muus and Nielsen 1999
X	X	X	X	X					X	North Sea	Muus and Nielsen 1999
	X	X	X	X						Off Ireland	Svetovidov, 1986
X										Off Morocco	Svetovidov, 1986
		X	X	X	X					Off Scotland	Svetovidov, 1986
X	X	X	X	X					X	Scotland	Muus and Nielsen 1999
X	X	X	X	X					X	West Iceland	Muus and Nielsen 1999

4.1.2 Αναπαραγωγικά όργανα

4.1.2.1 Όρχεις

Οι όρχεις στις περισσότερες περιπτώσεις των τελεόστεων είναι δύο και εμφανίζουν γενικά επιμήκες σχήμα, ωοειδούς ή τριγωνικής διατομής. Το μέγεθός τους ποικίλει ανάλογα με το στάδιο της ωριμότητάς τους. Βρίσκονται στη ραχιαία πλευρά της κοιλιακής κοιλότητας και κατά την πλήρη ωριμότητά τους αποκτούν το μεγαλύτερό τους μέγεθος, το οποίο τελικά προσαρμόζεται μέσα στην κοιλιακή

κοιλότητα ανάλογα με το χώρο που τους διατίθεται από τα υπόλοιπα όργανα. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δύο όρχεις διαφέρουν μεταξύ τους σε μέγεθος και σε βάρος (Παπουτσόγλου, 1998). Όπως αναφέρεται και στην κλίμακα Nikolskii (Nikolskii, 1963), οι όρχεις στο ξεκίνημα της ωρίμανσής τους αποκτούν απαλό ροζ χρώμα, ενώ όταν ωριμάζουν γίνονται λευκοί και το σχήμα τους είναι ταινιοειδές.

4.1.2.2 Ωοθήκες

Οι ωοθήκες συνδέονται ανατομικά με το ραχιαίο τοίχωμα της κοιλιακής κοιλότητας συγκρατούμενες από αυτό με τμήμα του μεσεντέριου ιστού, το οποίο είναι γνωστό ως μεσοβάριο. Οι ωοθήκες μπορεί να αναπτύσσονται είτε ενωμένες, ως ενιαίο όργανο, είτε τελείως μεμονωμένες, είτε ακόμα να χαρακτηρίζονται από ένα αρχικό ενιαίο τμήμα. Συνήθως αρχίζουν την ανάπτυξή τους από το πρόσθιο τμήμα της κοιλιακής κοιλότητας (Παπουτσόγλου, 1998). Όπως αναφέρεται και στην κλίμακα Nikolskii (Nikolskii, 1963), οι ωοθήκες φέρουν στρογγυλά ωοκύτταρα όταν είναι ώριμες και η γενετική οπή είναι ερεθισμένη μετά την απελευθέρωση των αυγών.

4.1.3 Στάδια γεννητικής ωρίμανσης

Υπάρχουν πολλές κλίμακες προσδιορισμού σταδίων γεννητικής ωρίμανσης που αναφέρονται στα γενικά χαρακτηριστικά των γονάδων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τροποποιημένες για πολλά είδη ψαριών. Ενδεικτικά αναφέρεται η κλίμακα Nikolskii έξι σταδίων, Kesteven με οχτώ στάδια καθώς και αυτή του Medits των τεσσάρων σταδίων, που είναι πιο εύχρηστη και χρησιμοποιείται στις δειγματοληψίες με πειραματική τράτα βυθού στη Μεσόγειο.

Πίνακας 4.2 Στάδια γεννητικής ωρίμανσης σύμφωνα με την κλίμακα Medits (Holden & Raitt, 1974)

Στάδιο	Κατάσταση	Περιγραφή αναπαραγωγικών οργάνων
Στάδιο I	Ανώριμα	Οι ωothήκες και οι όρχεις καταλαμβάνουν το 1/3 του μήκους του σώματος. Οι ωothήκες είναι ροζ – διαφανής ενώ οι όρχεις υπόλευκοι. Τα ωάρια δε φαίνονται με γυμνό μάτι.
Στάδιο II	Ξεκίνημα ωρίμανσης για τα παρθένα άτομα – Πλήρης απελευθέρωση σπέρματος και ωαρίων	Οι ωothήκες και οι όρχεις καταλαμβάνουν το 1/2 του μήκους του σώματος. Οι ωothήκες είναι κίτρινες – ροζ ενώ οι όρχεις κρεμ.
Στάδιο III	Ωριμα	Οι ωothήκες και οι όρχεις καταλαμβάνουν το 2/3 του μήκους του σώματος. Οι ωothήκες είναι πορτοκαλί – ροζ με κοκκώδεις εμφανίσεις, ενώ οι όρχεις άσπροι – κρεμ.
Στάδιο IV	Απελευθέρωση αυγών - ανάπαυση	Οι ωothήκες και οι όρχεις είναι ελαφρώς συρρικνωμένοι. Οι ωothήκες έχουν έντονα κόκκινα αγγεία και οι όρχεις είναι λευκοί και μαλακοί.

4.2 Μέθοδοι και υλικά

4.2.1 Εκτίμηση της αναπαραγωγικής ωριμότητας των δειγμάτων

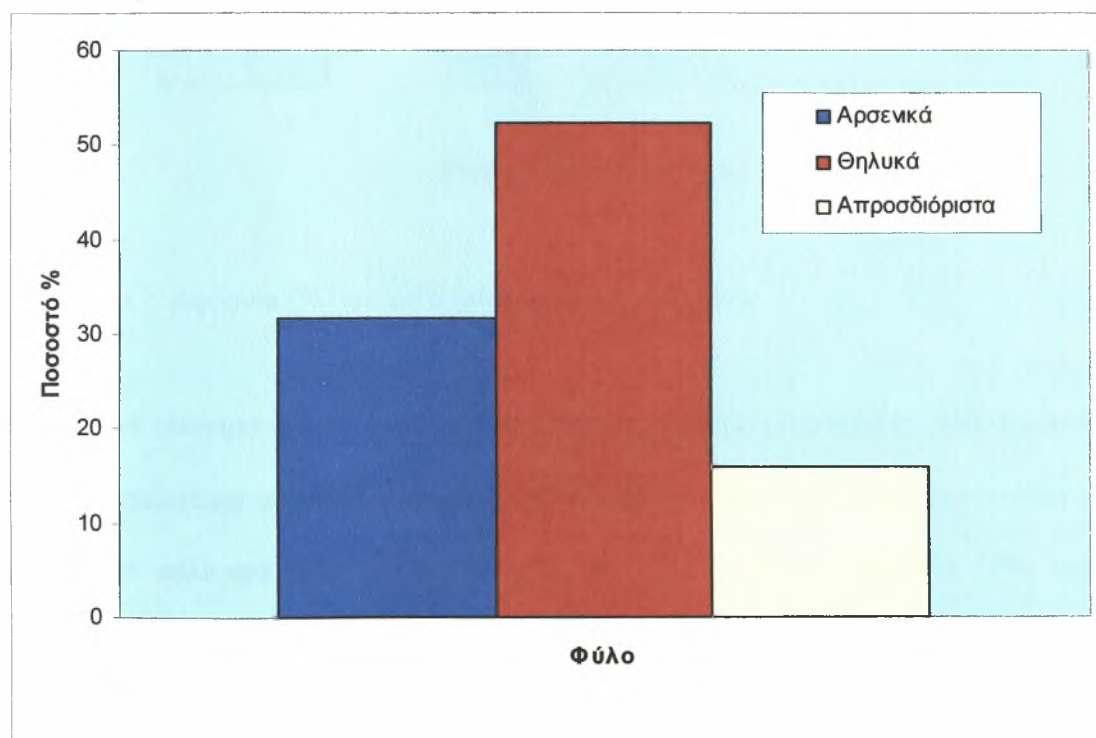
Σε όλα τα άτομα μπακαλιάρου (*M. merluccius*) που συλλέχθηκαν (συνολικά 208) προσδιορίστηκε το φύλλο με μακροσκοπική εξέταση των γονάδων τους και καθορίστηκε το αναπαραγωγικό τους στάδιο σύμφωνα με την κλίμακα Medits, η οποία περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Για τη μακροσκοπική παρατήρηση των γονάδων, τα ψάρια ανοίγονταν με ψαλίδι από την έδρα μέχρι το σημείο των βραγχιοκαλυμμάτων και με χρήση λαβίδας αποκαλύπτονταν εύκολα οι γονάδες.

4.3 Αποτελέσματα

4.3.1 Αναλογία φύλου

Από το σύνολο των 208 ατόμων μπακαλιάρου που ανοίχτηκαν, 66 ήταν αρσενικά, 109 θηλυκά και 33 ήταν απροσδιόριστου φύλου. Στα απροσδιόριστα δεν ήταν δυνατή η αναγνώριση του φύλου τους εξαιτίας του μικρού σωματικού τους μεγέθους με αποτέλεσμα οι γονάδες να είναι υποανάπτυκτες. Στο Σχήμα 1 φαίνονται τα ποσοστά των δύο φύλων καθώς και των απροσδιόριστων ατόμων επί του συνόλου του πληθυσμού.

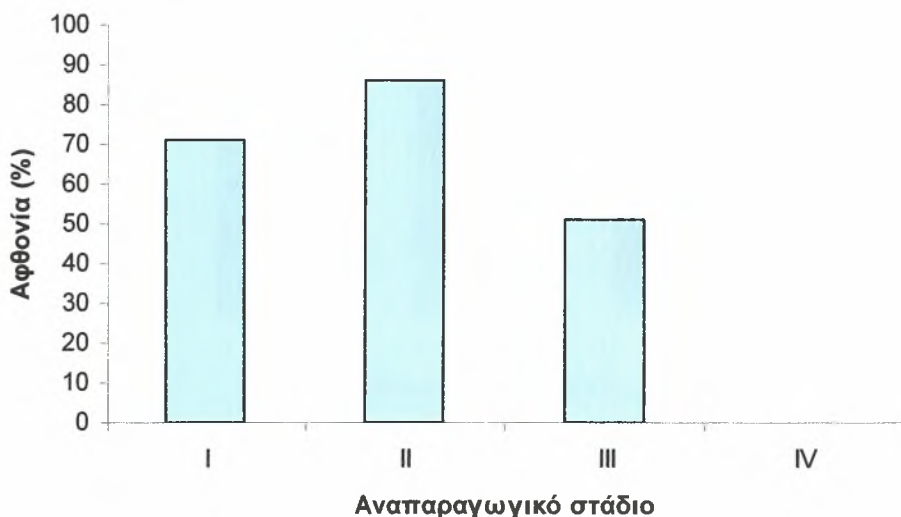


Σχήμα 1. Η ποσοστιαία αναλογία φύλου του πληθυσμού του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο

4.3.2 Αναπαραγωγικό στάδιο

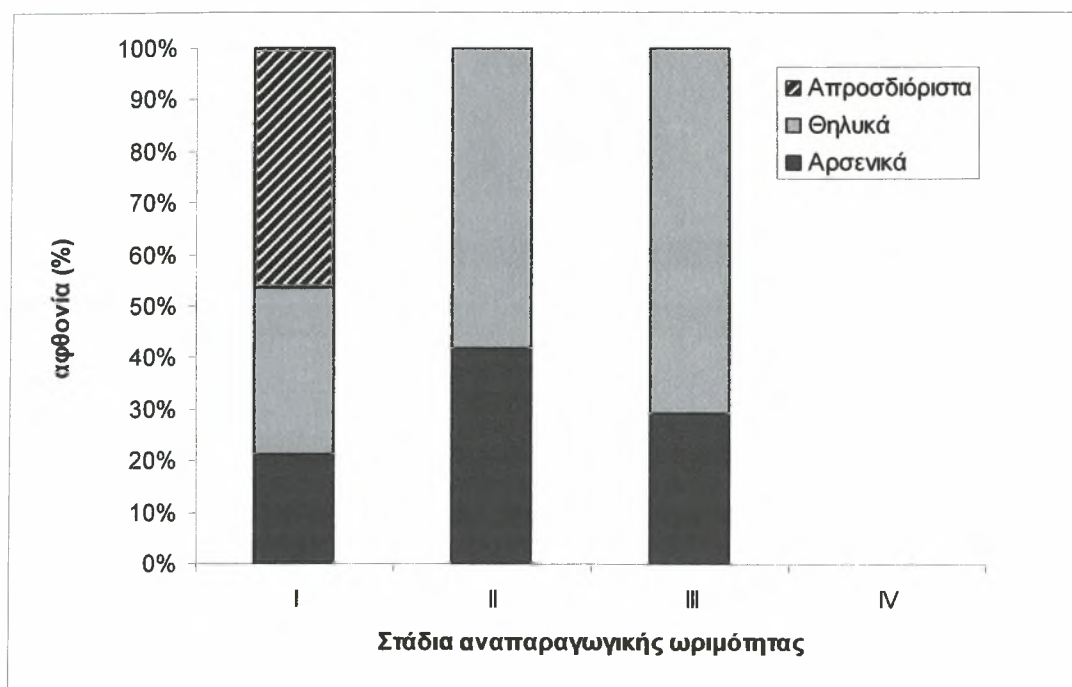
Στο σύνολο του πληθυσμού του δείγματος το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού (41%) βρισκόταν στο αναπαραγωγικό στάδιο II, στο ξεκίνημα δηλαδή της ωρίμανσης. Στη συνέχεια ακολουθούσε το αναπαραγωγικό στάδιο I με ποσοστό

34%, ενώ λιγότερα ήταν τα άτομα (ποσοστό 24%) που βρίσκονταν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (III). Τέλος στο αναπαραγωγικό στάδιο IV δεν ανήκε κανένα άτομο από το δείγμα (Σχ. 2).



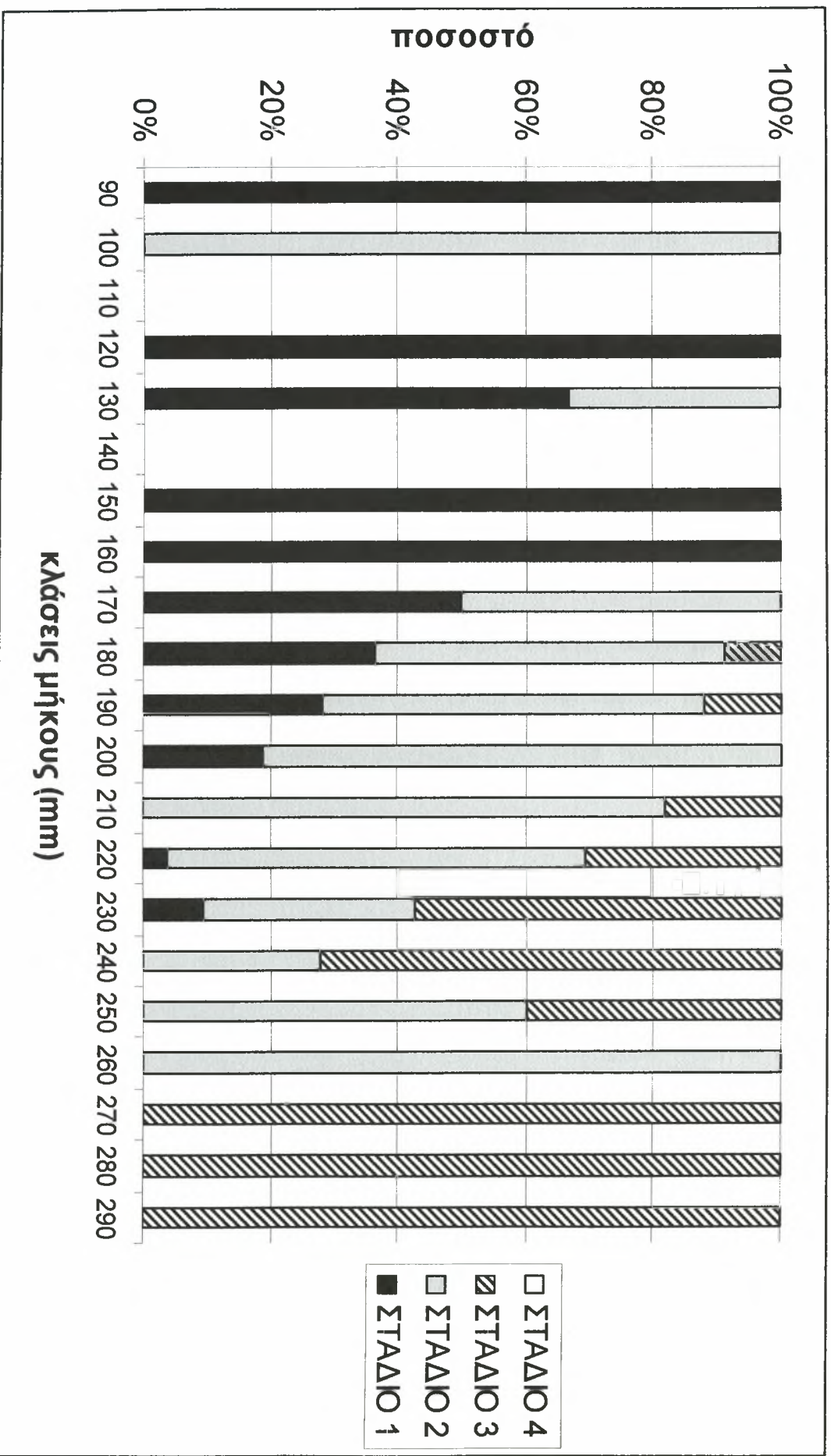
Σχήμα 2. Αφθονία (%) σε κάθε αναπαραγωγικό στάδιο.

Από τα ανώριμα άτομα ένα ποσοστό 20% περίπου ήταν αρσενικά, 30% θηλυκά, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό στο στάδιο αυτό είχαν τα απροσδιόριστα. Στο στάδιο II τα θηλυκά πάλι επικρατούσαν σε αφθονία των αρσενικών με ποσοστό 55%, ενώ απροσδιόριστα δε βρέθηκαν σε αυτό το στάδιο. Στο στάδιο III το ποσοστό ήταν ακόμη μεγαλύτερο για τα θηλυκά (70%). Τέλος, στο δείγμα μας δεν υπήρχαν άτομα που να βρίσκονται στο στάδιο της ανάπαυσης (IV) (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Αφθονία των φύλλων σε κάθε αναπαραγωγικό στάδιο

Στο σχήμα 4 φαίνονται τα ποσοστά των ατόμων του πληθυσμού του μελετηθέντος είδους ανάλογα με το στάδιο της αναπαραγωγικής του ωριμότητας σύμφωνα με την κλάση μήκους τους. Ανώριμα άτομα (Στάδιο I) βρέθηκαν από την κλάση μήκους 90-99 mm (100% των ατόμων της κλάσης) έως και την κλάση μήκους 230-239 mm. Άτομα σε αναπαραγωγική ωρίμανση (Στάδιο II) βρέθηκαν από την κλάση μήκους 100-109 mm έως και την κλάση 260-269 mm, ενώ ώριμα άτομα (Στάδιο III) εμφανίζονται στον πληθυσμό από την κλάση μήκους 180-189 mm και έπειτα, ενώ όλα τα άτομα με μήκος >270 mm στο στάδιο της ανάπαυσης.



Σχήμα 4. Ποσοστό των ατόμων μπακαλιάρου (*M. merluccius*) σε κάθε αναπαραγωγικό στάδιο ανά κλάση μήκους.

Μερικά σφάλματα που εμφανίζονται στο διάγραμμα όπως για παράδειγμα, το ότι δεν υπάρχουν ανώριμα άτομα στην κλάση 100 mm ή άτομα που να βρίσκονται στο στάδιο III στην κλάση 260 πιθανώς οφείλεται στο μικρό αριθμό του δείγματος που μελετήθηκε.

4.4 Συζήτηση

Σχετικά με το αναπαραγωγικό στάδιο των ατόμων που συλλέχθηκαν διαπιστώθηκε πως ο πληθυσμός του μπακαλιάρου στον Παρασητικό κόλπο τον μήνα Ιούνιο που συλλέχθηκαν τα δείγματα αποτελείται στην πλειοψηφία του από ανώριμα και προς ωρίμανση άτομα. Παρόμοια εικόνα παρουσίασε το είδος και στην περιοχή του Ν. Αιγαίου (Παπακωνσταντίνου κ.ά., 1998).

Μερικά σφάλματα που εμφανίζονται στο σχήμα όπως για παράδειγμα, το ότι δεν υπάρχουν ανώριμα άτομα στην κλάση 100 mm ή άτομα που να βρίσκονται στο στάδιο III στην κλάση 260, πιθανώς να οφείλεται στο μικρό αριθμό του δείγματος που μελετήθηκε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(Ελληνική)

- Αναγνώστου Χρ., Σιούλας Α. και Καραγεώργης Α., 1997. Ο δείκτης γεωσυσσώρευσης στα επιφανειακά ιζήματα του Παγασητικού κόλπου. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Τόμος Ι.
- Ασημακοπούλου Γ. , Γκότση- Σκρέτα Ο. , Πρωτογενής παραγωγή και χλωροφύλλη α του φυτοπλαγκτού και αυτότροφου πικοπλαγκτού στον Παγασητικό κόλπο (Ανοιξη 1999) Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου Ιχθυολόγων, 209-212.
- Διαπούλη Ε., Βραντζάς Ν., Καλαγκία Μ., ΚάρλουΚ., 1998. Ηλικία και αύξηση του μπακαλιάρου στον Σαρωνικό κόλπο. Υπ. Γεωργίας, Εργαστήριο Αλιευτικής Τεχνολογίας και Εφαρμογών.
- ΕΑΤΕ (Εργαστήριο Αλιευτικής Τεχνολογίας και εφαρμογών Υπ. Γεωργίας), 1998. Εκτίμηση Ιχθυαποθεμάτων στον Σαρωνικό κόλπο. Τεχνική Έκθεση, σελ. 182.
- ΕΣΥΕ, 2008. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (αδημοσίευτα δεδομένα).
- Καπίρης, Κ., Καλλίας, Η., Ντογραμματζή, Κ., Μυτιληναίου, Χ., 2007. Διάκριση αποθεμάτων μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) βάσει των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των ωτολίθων τους. Πρακτικά 13^{ου} Πανελληνίου Συμποσίου Ιχθυολόγων, Μυτιλήνη 27-30 Σεπτεμβρίου, 77-81.
- Παπακωνσταντίνου, Κ., Πετράκης, Γ., Μυτιληναίου, Χ., Πολίτου, Χ., Βασιλοπούλου, Β., Φουρτούνη, Α., 1989. Αλιευτική έρευνα των βενθοπελαγικών ψαριών του Ευβοϊκού και Παγασητικού κόλπου. Τεχνική έκθεση, 343 σελ.
- Παπακωνσταντίνου Κ., Πολίτου Χ-Γ., Καραγκίτσου Η., Στεργίου Κ., Μυτιληναίου Χ., Βασιλοπούλου Β., Φουρτούνη Α., Καρκάνη Μ., Καββαδάς Σ., Πετράκης Γ., Σιαπάτης Α., Χατζηνικολάου Π. & Μ. Γιαγνίση, 1994. Εκτίμηση των

βενθοπελαγικών ιχθυαποθεμάτων που παρουσιάζουν εμπορική σπουδαιότητα στο Θερμαϊκό κόλπο και το Θρακικό πέλαγος. Τελική τεχνική έκθεση, 279 σελ.

Παπακωνσταντίνου Κ., Πετράκης Γ., Καραγκίτσου Η., Λαμπροπούλου Μ., Καρκάνη Μ., Βασιλοπούλου Β., Μυτηληναίου Χ., Λευκαδίτου Ε., Σιαπάτης Α., Καββαδάς Σ., Χατχηνικολάου Π., Αναστασοπούλου Κ., Καπίρης Κ., Terrats A., Ντογραμάτση Κ., Μπάκας Π., Χρηστίδης Γ., Φουρτούνη Α., 1998. . Εκτίμηση των βενθοπελαγικών ιχθυαποθεμάτων που παρουσιάζουν εμπορική σημασία στο Ν. Αιγαίο. Τελική τεχνική έκθεση, 301 σελ.

Περισοράτης Κ., Ζαχαράκης Π., Ανδρινόπουλος Α., 1993. Ιζηματολογία των επιφανειακών ιζημάτων του Παγασητικού κόλπου και του Διαύλου του Τρίκερι, Δ. Αιγαίο Πέλαγος. Τεχνική έκθεση ΙΓΜΕ

Πετράκης, Γ., 2000. Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για την αειφόρο διαχείριση του Παγασητικού κόλπου. Τελική έκθεση, 274 σελ.

Τσιμενίδη Ν., Παπακωνσταντίνου Κ., Νταουλά Χ., 1978. Βιολογία του μπακαλιάρου (*M. merluccius* L.) των Ελληνικών θαλασσών. Μέρος πρώτο Ηλικία, ανάπτυξη, γεννητική ωριμότητα και κατά βάθος κατανομή στους κόλπους Σαρωνικό και Θερμαϊκό. Θαλασσογραφικά Τόμος II, τεύχος I.

(Ξενόγλωσση)

Abella A., Fiorentino F, Mannini A, Relini L., 2007. Exploring relationships between recruitment of European hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) and environmental factors in the Ligurian Sea and the Strait of Sicily (Central Mediterranean). Science direct. Journal of Marine Systems xx (2007) xxx.

- Alvarez P. and Cotano U., 2005. Growth, mortality and hatch-date distributions of European hake larvae, *Merluccius merluccius* (L.), in the Bay of Biscay. Science direct. Fisheries research 76 (2005) 379-391.
- Atzieu Caude, 1990. Water the medium for culture in "Aquaculture" Barnabe (ed) Ellis Horwood Series N. Y., Vol 1:37-63.
- Bagenal.T.B., 1945. The growth rate of the Hake, *Merluccius merluccius* (L.), in the Clyde and other Scottish sea areas. marine Biology Ass. U.K. 33 (1954) 69-95.
- Balopoulos T. E., Papageorgiou E. & Papadopoulos V., 1977. Current measurements in the Western Aegean Sea: Pagasitikos Gulf, NCMR, Athens.
- Bailey M. K., 1981. Larval Transport and Recruitment of Pacific Hake *Merluccius productus*. Marine Ecology - Progress Series. Vol. 6: 1- 9. 1981
- Begg A. G., Campana E. S., Fowler J. A. and Suthers M. I., 2005. Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. Marine and freshwater research, (2005) 56, 477-483.
- Belcari P., Ligas A., Viva C., 2006. Age determination and growth of juveniles of European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758), in the Northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). Science direct. Fisheries Research 78 (2006) 211-217.
- Bozzano A., Sarda F. and Rios J., 2005. Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. Science Direct. Fisheries research 73 (2005) 29-36.
- Casey, J., and Pereiro, J. A. 1995. European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic, pp. 125-147. In Hake: Biology, Fisheries and Markets, J. Alheit, and T. J. Pitcher (Eds), Chapman and Hall, London.

- Castillo G.A., Alvarez P. and Garcia-Vazquez E., 2005. Population structure of *Merluccius merluccius* along the Iberian Peninsula coast. Science direct. ICES Journal of Marine Science, 62:1699 e (2005)
- Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba 1990 FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. 10 (125). 442 p.
- Friligos N. et al., 1990. Oceanographic study of Pagasitikos Gulf. Athens National Center of Marine Research.
- Garcia-Rodriguez Mariano and Antonio Esteban, 2002. How fast does hake grow? A study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius* L.) comparing whole otoliths readings and length frequency distributions data. Scientia Marina. Sci mar 66 (2): 145-156
- Koliou – Mitsiou A., 2000. Development of an integrated policy for the sustainable management of Pagasitikos Gulf, Magnisia, Volos. Nutrients Public Company of Water Resources.
- Livadas J. R., 1988. Contribution to the knowledge of the biology and population dynamics of hake (*Merluccius merluccius* L.), family gadidae, in Cyprian waters. Thalassographica 11 (1): 65-77.
- Lisovenko L. A. and Adrianov D.P., 1991. Determination of absolute fecundity of intermittently spawning fishes. J. Ichthyol., 31(9) : 143-155.
- Merino G., Karlou-Riga C., Anastopoulou I., Maynou F. and Leonart J., 2007. Bioeconomic Simulation Analysis Of Hake Fishery In The Gulf Of Saronikos (Greece). Rapp.Comm.int.Mer Médit., 38

- Michailidou, K., Samaras P., Christopoulou O., Beriatis E., 1998. Planning in Magnesia prefecture, Greece
- Morales-Nin. B., 1986. Structure and composition of *Merluccius cupensis* otoliths. S. Afr. J. Mar. Sci., 4: 3-10
- Morales-Nin B., Bjelland M.R., Mokness E., 2005. otolith mstructure of a hatchery reared European hake (*Merluccius merluccius*). Science Direct. Fisheries research 74 (2005) 300-305.
- Morales-Nin B., Torres J.G., Lombarte A. and Recasens, 1998. Otolith growth and age estimation in the European hake. Journal of fish Biology (1998) 53, 1155-1168.
- Morales-Nin B. and Yvonne A., 1997. growth of juvenile *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on otolith mstructure and length-frequency analysis. Fisheries Research 30(1997) 77-85.
- Monteiro, R. and M.L. Dias 1966 On some aspects of the fecundity of the hake *Merluccius merluccius* L. of the Portuguese coast. ICES: C.M. G(5):12
- Murua, H., L. Motos and D. Marrale 1996 Reproductive modality and batch fecundity of the European hake, *Merluccius merluccius*. ICES: C.M. G(40):28.
- Murua H., Lucio P., Santurtu M. and Motos L., 2006. Seasonal variation in egg production and batch fecundity of European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. Journal of Fish Biology (2006)69, 1304 –1316
- Muus, B.J. and J.G. Nielsen 1999 Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p.
- Papaconstantinou C and Stergiou I. K., 1995. Hake, Fisheries, ecology and markets. Fish and fisheries Series 15. Edited by Alheit J. and Pitcher J.T.

- Petihakis G., 2004. Hydrodynamic and ecological simulation of Pagasititikos Gulf ecosystem. P. 384
- Petihakis G., Triantafyllou G., Koliou A. and Theodorou A., 2002, Exploring the Dynamics of a Marine Ecosystem (Pagasitikos Gulf, Western Aegean, Greece) through the Analysis of Temporal and Spatial Variability of Nutrients. Ed. EUROCOAST – Portugal, ISBN 972-8558-09-0
- Pineiro C. & Sainza M., 2003. Age estimation, growth and maturity of European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic water-ICES Journal of Marine Science, 60:1086-1102.
- Pineiro C., Rey J., Pontual H., Goni R., 2007. Tag and recapture of European hake (*merluccius* L.) off the Northwest Iberian Peninsula: First results support fast growth hypothesis. Science direct. Fisheries Research 88 (2007) 150–154
- Pontual H., Laure Groison A., Pineiro C. and Bertignac M., 2006. Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. Science direct. ICES Journal of Marine Science, 63:1674.
- Recasens L., Chiericoni V. and Belcari P., 2008. Spawning pattern and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) in the western Mediterranean. Scientia Marina 72(4) 721-732
- Sarano F., 1984. Cycle ovarien du Merlu, *Merluccius merluccius*, poisson a ponte fractionnee. Rev. Trav. Inst. Peshes marit., 48 (1 et 2) : 65-76
- Sbrana M., Belgari P., Ranieri S., Sartos P., and Viva C., 2007. Comparison of the catches of European Hake (*Merluccius merluccius*, L., 1758) taken with

- experimental gillnets of different mesh sizes in the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *Scientia Marina* 71(1) 47-56.
- Stergiou K. and Karpouzi S. V., 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Fish biology and fisheries* 11:217-254, 2002.
- Svetovidov, A.N. 1986 Merlucciidae. p. 677-679. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. Vol. 2.
- Storelli M. M., Storelli A., Giacomini R. and Marcotrigiano O. G. Mercury speciation in the muscle of two commercially important fish, hake (*Merluccius merluccius*) and striped mullet (*Mullus barbatus*) from the Mediterranean sea: estimated weekly intake. *Science direct. Food Chemistry* 89 (2005) 295 –300.
- Swan, S. C., Geffen, A. J., Morales-Nin, B., Gordon, J. D. M., Shimmield, T., Sawyer T., and Massuti E. 2006. Otolith chemistry: an aid to stock separation of *Helicolenus dactylopterus* (bluemouth) and *Merluccius merluccius* (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 63:504e513.
- Tacon G. I. and Forster, 2003. Aquafeeds and environment: policy implications. *Science Direct. Aquaculture* 226 (2003) 181 – 189.
- Theodorou A. I. , 1995. Ecological monitoring studies for Volos sea outfall (Pagasitikos gulf, Western Aegean sea) *Wat. Sci. Tech.*, 21, 1881-1886.
- Theodorou A. and Petihakis G., 2000. Development of an integrated policy for the sustainable of Pagasitikos Gulf. Physical – hydrodynamic characteristics, University of Thessaly, Volos.

Triantafyllou G., Hoteit I., Korres Gerassimos and Petihakis G., 2005. Ecosystem Modeling and Data Assimilation of Physical-Biogeochemical processes in Shelf and Regional Areas of the Mediterranean Sea. Appl. Num. Anal. Comp. Math. 2, No. 2, 262 – 280.

Triantafyllou G., Petihakis G., Dounas C. and Theodorou A., 2001. Assessing marine ecosystem response to nutrient input. Marine pollution bulletin Vol.43 Nos. 7-12, pp 175-186

Valero A., López-Cuello M., Benítez R. and Adroher J. A., 2006. *Anisakis* spp. in European hake, *Merluccius merluccius* (L.) from the Atlantic off north-west Africa and the Mediterranean off southern Spain. Stefanski Institute of Parasitology, PAS. Acta Parasitologica, 2006, 51(3), 209 – 212

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102061

