

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

3^ο Διεθνές Συνέδριο Υδροβιολογίας - Αλιείας

Αειφορική Ύδατοκαθλιέρχεια

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

ΑΡΤΑ 8-10 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2008

Υπό την αιγίδα της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Άρτας

Συνδιοργανωτής:

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΕΙΑΣ

**3^ο Διεθνές Συμπόσιο στην
Υδροβιολογία και στην Αλιεία**

*3rd International Symposium on
Hydrobiology and Fisheries*

*Αειφορική Υδατοκαλλιέργεια
Sustainable Aquaculture*

Άρτα 8-10 Οκτωβρίου 2008

Arta 8-10 October 2008

Πρακτικά Συνεδρίου

Proceedings of the Symposium

Οργάνωση
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και
Υδάτινου Περιβάλλοντος

Organizer
Department of Ichthyology and
Aquatic Environment

Υπό την Αιγίδα

Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Περιφέρειας Ηπείρου
Νομαρχίας Άρτας
Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

Co-organizers

Ministry of National Education and Religious Affairs
Ministry of Rural Development and Food
Region of Epirus
Prefecture of Arta
Geotechnical Chamber of Greece

Οργανωτική επιτροπή

**Κλαουδάτος Σπυρίδων
Γεωργή Καλλιόπη
Βαφείδης Δημήτριος
Παναγιωτάκη Παναγιώτα
Μποζιάρης Ιωάννης
Εξαδάκτυλος Αθανάσιος
Πολύμερος Κωνσταντίνος
Ψιλοβίκος Άρης
Ματσιώρη Στεριανή
Κουφοστάθη Ευλαλία**

**Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Άρτας
Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Επ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Ε.Ε.ΔΙ.Π. Πανεπιστημίου Θεσσαλίας**

Organizing Committee

**Klaoudatos Spyridon
Georgi Kalliopi
Vafidis Dimitrios
Panagiotaki Panagiota
Boziaris Ioannis
Exadactylos Athanasios
Polymeros Konstantinos
Psilovikos Aris
Matsiori Steriani
Koufostathi Eulalia**

**Prof. of Thessaly's University
Prefecture of Arta
Associate Prof. of Thessaly's University
Assistant Prof. of Thessaly's University
Assistant Prof. of Thessaly's University
Assistant Prof. of Thessaly's University
Assistant Prof. of Thessaly's University
Lecturer of Thessaly's University
Lecturer of Thessaly's University
Technical Staff Thessaly's University**

Επιστημονική επιτροπή

Καθηγ. Παπουτσόγλου Σοφρόνιος	Γεωπονικού Παν/μίου Αθηνών
Καθηγ. Νεοφύτου Χρήστος	Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Καθηγ. Κλαουδάτος Σπυρίδων	Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Prof. Okumus Ibrahim	Marine Ecology Research Centre (MERC), Karadeniz Technical University
Dr. Tandler Amos	Israel Oceanographic and Limnological Research. National Center for Mariculture.
Επ. Καθηγ. Καστρίτση Ιωάννα	Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
Επ. Καθηγ. Παναγιωτάκη Παναγιώτα	Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Scientific Committee

Papoutsoglou Sofronios	Prof of Agricultural University of Athens
Neofitou Christos	Prof. of Thessaly's University
Klaoudatos Spyridon	Prof. of Thessaly's University
Prof. Okumus I	Marine Ecology Research Centre (MERC), Karadeniz Technical University
Dr. Tandler Amos	Israel Oceanographic and Limnological Research National Center for Mariculture.
Kastritsi Ioanna	Assistant Prof. of Athens University
Panagiotaki Panagiota	Assistant Prof. of Thessaly's University

Χορηγοί - Sponsors

Επιτροπή Ερευνών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Research Committee of University of Thessaly

Νηρεύς Α.Ε. - Nireus S.A.

Νεοχημική Α.Ε. - Neochimiki S.A.

Lamans S.A.

Biofarm

BioSure - R&T Cell Co

Αλιευτικά Νέα - Fishing News

Κριτές εργασιών

Αλέξη Μαρία	Δ/ντρια Ερευνών Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)
Αρβανιτογιάννης Ιωάννης	Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Βαφείδης Δημήτριος	Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Γκολομάζου Ελένη	Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Εξαδάκτυλος Αθανάσιος	Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Καστρίτση Ιωάννα	Επ. Καθηγήτρια Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
Κάγκαλου Ιφιγένεια	Επ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης	Λέκτορας, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Κλαουδάτος Σπυρίδων	Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Κορμάς Κων/τίνος	Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Ματσιώρη Στεριανή	Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Μεντέ Ελένη	Επ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Νεοφύτου Χρήστος	Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Παναγιωτάκη Παναγιώτα	Επ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Πανταζής Παναγιώτης	Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Παπαουτσόγλου Σοφρώνιος	Καθηγητής Γεωπονικού Παν/μίου Αθηνών
Πολύμερος Κων/τίνος	Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Τσίκλιρας Αθανάσιος	Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Φουντουλάκη Ελένη	Ερευνήτρια Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Έναρξη του Συνεδρίου

Χαιρετισμός του Κοσμήτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών και Προέδρου του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου περιβάλλοντος Καθηγητή ΧΡΗΣΤΟΥ ΝΕΟΦΥΤΟΥ.

Χαιρετισμός του προέδρου της Οργανωτικής επιτροπής του Συνεδρίου Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου περιβάλλοντος ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΥ.

Session 1. Sustainable and Organic Aquaculture

1^η Θεματική Ενότητα. Αειφορική και Βιολογική Υδατοκαλλιέργεια

Invited Speaker: Professor SPYRIDON KLAOUDATOS. Sustainable Aquaculture priority, means constant environmental protection. The Greek perspective

ΑΝΑΓΝΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ. Η Βιολογική Υδατοκαλλιέργεια μπροστά στο ενιαίο Κοινοτικό καθεστώς

ANAGNOPOULOS NIKOLAOS. Organic Aquaculture in front of a European regulation

ΑΡΓΥΡΟΥ ΙΩΑΝΝΑ. Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών (Π.Ο.Α.Υ) – Αειφόρος Ανάπτυξη.

ARGYROU IOANNA. Areas of Organized Development of Aquaculture Activities (P.O.A.Y.). Sustainable Development.

MENTE E., Ι.Θ. ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ, Α. ΣΤΡΑΤΑΚΟΣ, Σ. ΜΠΑΝΤΙΔΗΣ, Ν. ΝΕΟΦΥΤΟΥ & Χ. ΠΑΛΑΙΟΚΩΣΤΑΣ. Βιολογική Ιχθυοκαλλιέργεια.

MENTE E., I. TH. KARAPANAGIOTIDIS, A. STRATAKOS, S. MPANTIDIS, N. NEOFITOU & CH. PALAIOKOSTAS. Organic Aquaculture.

Session 2 Marketing-Efficiency

2^η Θεματική Ενότητα. *Marketing - Αποδοτικότητα*

Invited Speaker: Dr. LARA BARAZI-YEROULANOS. Sustainable Aquaculture and the Reality of the Market.

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ Α. ΦΙΛΙΠΠΟΣ Οικολογική και Βιολογική Σήμανση Βιολογικών Προϊόντων Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών Εξελίξεις, Προκλήσεις και Προοπτικές

PAPAGEORGIOU A. PHILIPPOS. Eco-Labeling and Organic Labeling of Fishery and Aquaculture Products: Developments, Prospects and Challenges.

ANDREOPOULOU S.Z. & K.A. KOKKINAKIS. E- Commerce Distribution Model for the Aquaculture Enterprises in Greece

ΑΝΔΡΕΟΠΟΥΛΟΥ Σ.Ζ.& Κ.Α. ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ Ε-Μοντέλο Εμπορικής Κατανομής των Υδατοκαλλιεργητικών Επιχειρήσεων στην Ελλάδα.

ΜΑΤΣΙΩΡΗ Σ. Ν. ΝΕΟΦΥΤΟΥ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Εξοπλισμός Μονάδων Οστρακοκαλλιεργειών σε σχέση με τη Βιωσιμότητά τους

MATSIORI S., N. NEOFITOU & Ch. NEOFITOU. Equipment of Shellfish Farms in Relation to Their Viability.

VOLIDIS D. P. & K. POLYMEROS. Investigation of Structural Characteristics of Fisheries Market in Urban Area of Volos

MANDALOS I., K. POLYMEROS & M. HATZIOANNOU. An Investigation of Snails Market-Shares in the E.U. Market.

Session 3. *Sitting and carrying capacity-Environment*

3^η Θεματική Ενότητα. Επιλογή θέσης εγκατάστασης μονάδας υδατοκαλλιέργειας και φέρουσα ικανότητα οικοσυστήματος. - Περιβάλλον

Invited Speaker: Dr NIKOLAOS NEOFITOU. *Sitting and Carrying Capacity-Environment*

KATSIKI FOTEINI, S.D. KLAOUDATOS, D.S. KLAOUDATOS, C. NEOFITOU and P. PANAGIOTAKI. The Estuarine Region of Axios and Aliakmon Rivers (Northern Greece) as Nursery Ground for the Indigenous Shrimp *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forsk., 1775)

ΚΑΤΣΙΚΗ ΦΩΤΕΙΝΗ, Σπ ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ, Δ. Σ. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ, Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ και Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ. Οι Εκβολικές Περιοχές των Ποταμών Αξιού και Αλιάκμονος (Βόρεια Ελλάδα) ως Νηπιακές Περιοχές της Αυτόχθονης Γαρίδας *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forsk., 1775)

ΘΕΟΔΩΡΟΥ Ι., Φ. ΚΑΚΑΛΗ, Ι. ΤΖΟΒΑΝΗΣ, Δ ΡΙΖΟΣ, Κ. ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ, Φ. ΜΑΚΑΡΙΤΗΣ, Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ, Ι. ΝΕΓΚΑΣ, Μ. ΑΛΕΞΗ και Ι ΚΑΓΚΑΛΟΥ. Αλληλοεπίδραση Μυδοκαλλιεργειών και Θαλασσιού Περιβάλλοντος. Η Περίπτωση του Μαλιακού Κόλπου.

KIRKAGAS M.U., S. PULATSU and A. TOPCU. The Influences of a Land Base Rainboat trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farm on Water Quality and Benthic Macroinvertebrates Community

BEZA P., V MOUSSIS, C. NATHANAILIDES, A. BOUGIOUKLIS, M. MPOTI and G. IOANNOU. Nutrients and Phytoplankton in Igoumenitsa Bay (NW Greece).

ΜΠΕΖΑ Π., Β. ΜΟΥΣΗΣ, Κ. ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ, Α. ΒΟΥΓΙΟΥΚΛΑΚΗΣ, Μ. ΜΠΟΤΗΣ και Γ. ΙΩΑΝΝΟΥ. Θρεπτικά και Φυτοπλαγκτόν στον κόλπο της Ηγουμενίτσας.

NATHANAILIDES C, and C, KARIPOGLOU. Variability of Aquaculture Wastes of an Open Flow European Eel (*Anguilla anguilla* L.) Farm In Greece.

ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ Κ. & Κ. ΚΑΡΙΠΟΓΛΟΥ. Διακυμάνσεις των αποβλήτων μιας ανοικτής μονάδας εκτροφής Ευρωπαϊκών χελιών (*Anguilla Anguilla*) στην Ελλάδα.

ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ Σ.Δ & Δ.Σ. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ. Εμπλουτισμός του Αμβρακικού Κόλπου με Νεαρά Ατομα Γαρίδας του Αυτόχθονος Είδους *Melicertus (Penaeus) kerathurus* ως Προϋπόθεση για την Ανάκαμψη της Αλιευτικής της Παραγωγής.

ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ S.D. & D.S. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ. Restocking of Ambrakikos Bay with Juveniles of *Melicertus (Penaeus) kerathurus* as a requirement to increase species landing.

ΦΟΥΡΚΙΩΤΗΣ Π.Μ., Α.Κ. ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ, & Ν.Κ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ. Μεταβολές στην Αφθονία της Ιχθυοπανίδας του Ποταμού Βενέτικου (Σύστημα Π. Αλιάκμονα, Β.Δ. Ελλάδα) κατά το Μέγιστο και Ελάχιστο της Παροχής του.

FOURKIOTIS P.M., A.K. KOKKINAKIS, N.K. PAPAGEORGIU. Variations of the Fish Fauna's Abundance in Venetikos River (Aliakmon R. System, NW Greece) During the Periods of Minimum and Maximum Water Supply.

ΚΥΡΙΤΣΗ Σ., Α.Κ. ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ, Α.Β. ΒΑΛΟΥΚΑΣ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Σύνθεση Πληθυσμού, Εισαγωγή Νεαρών Ατόμων στην Αλιεία και Θνησιμότητα του Τσιρώνιου *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) της Λίμνης Βόλβης (Μακεδονία, Ελλάς), με Στόχο την Αειφορική του Αλιευτική Διαχείριση.

KIRITSI S., A.K. KOKKINAKIS, A.V. VALOUKAS & C. NEOFITOU. Population Structure, Year Per Recruit and Mortality of Roach *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) in Volvi Lake (Macedonia, Greece) Aiming to its Rational Fishery Management.

Session 4 New Technologies and New Candidate Species for Aquaculture

Θεματική Ενότητα Νέες Τεχνολογίες και Νέα Υποψήφια είδη για Εκτροφή

Invited Speaker: Dr. Amos Tandler. Oral Fish Vaccination is it a Feasible Alternative to Classical Injection Based Methodology?

TEKELOGLU N., A. OZLUER HYNT, Z. ERCEN, M. HAVUCCU, M. YANAR. Effects of Supplemental Lysine and Methionine in Broiler Diets on Weight Gain of Juveniles carp (*Cuprinus Carpio*).

NIKOLOPOULOU D., A., FOUNTOULAKI, E. A. MOUTOU & M. ALEXI Effects of Different Processing Methods in Legume Composition and Nutrient Digestibility in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*).

ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ Δ., Ε. ΦΟΥΝΤΟΥΛΑΚΗ, Κ. Α. ΜΟΥΤΟΥ & Μ. Ν Αλέξη. Επίδραση Διαφόρων Τύπων Επεξεργασίας στη Σύσταση των Οσπρίων και στην Πεπτικότητα των Θρεπτικών Συστατικών στην Τσιπούρα

ΠΑΠΑΦΩΤΙΟΥ Π., Ν. ΚΑΡΑΚΑΤΣΟΥΛΗ & Σ. ΠΑΠΟΥΤΣΟΓΛΟΥ. Επίδραση της Συνεκτροφής στην Ανάπτυξη Νεαρών Ιχθυδίων Τσιπούρας (*Sparus aurata*) και Μυτακίου (*Diplodus puntazzo*.)

ΠΑΡΑΦΟΤΙΟΥ Ρ, Ν. ΚΑΡΑΚΑΤΣΟΥΛΗ & Σ. ΠΑΡΟΥΤΣΟΓΛΟΥ. Growth of Juneniles Sharpnout Seabream (*Diplodus puntazzo*) and Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) under Mono and Duoculture Conditions.

ΚΑΤΣΕΛΙΣ Γ., Α. ΡΑΜΦΟΣ & Κ. ΚΟΥΚΟΥ. Evaluation of Long-Day Photoperiod Application in a Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Open-sea Farm Through a Bio-economical Model

ΚΑΤΣΕΛΗΣ Γ., Α. ΡΑΜΦΟΣ & Κ. ΚΟΥΚΟΥ. Βιο-οικονομικό Μοντελο για την Αποτίμηση της Χρήσης Προστιθέμενου Φωτισμού σε Κλωβούς Εκτροφής Τσιπούρας (*Sparus aurata*) Ανοικτής Θαλάσσης.

ΨΟΧΙΟΥ Ε., Ζ. ΜΑΜΟΥΡΗΣ, Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ & Κ. ΜΟΥΤΟΥ. Μια νέα Προσέγγιση στην Εκτίμηση των Πρωτεασών της Σειρίνης στα Ψάρια – Εφαρμογές στη Συγχρονη Υδατοκαλλιέργεια.

ΡΣΟΧΙΟΥ Ε., Ζ. ΜΑΜΟΥΡΙΣ, Ρ. ΠΑΝΑΓΙΟΤΑΚΗ & Κ. ΜΟΥΤΟΥ. New insights into the estimation of serine protease activity in fish – application in fish farming.

ΚΑΛΑΜΑΚΗ Μ.Σ., Κ.Χ. ΤΕΛΙΟΥΣΗΣ, Μ. ΓΙΑΧΝΙΣΗ, Ι. Ν. ΒΑΤΣΟΣ, Κ. ΜΠΙΤΧΑΒΑ, Ν. ΣΟΛΟΜΑΚΟΣ, Β. ΦΩΤΙΑΔΟΥ, Π. ΑΓΓΕΛΙΔΗΣ, Φ. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ. Μοριακή Ταυτοποίηση Παθογόνων Βακτηριών από Μονάδες Ελληνικών Υδατοκαλλιεργειών.

ΚΑΛΑΜΑΚΗ Μ.Σ., Κ.Χ. ΤΕΛΙΟΥΣΗΣ, Μ. ΥΙΑΓΝΙΣΗΣ, Ν.Ι. ΒΑΤΣΟΣ, Κ. ΜΠΙΤΧΑΒΑ, Ν. ΣΟΛΟΜΑΚΟΣ, Β. ΦΩΤΙΑΔΟΥ, Ρ. ΑΝΓΕΛΙΣ, Φ. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ. Molecular Identification of Pathogenic Bacteria Isolated from Greek Aquaculture Farms.

ΠΑΝΤΑΖΗΣ Ρ.Α. Culture Perspectives of the Sea Urchin (*Paracentrotus lividus*) (LAMARCK 1816) in Greece in a Polyculture Environment.

ΠΑΝΤΑΖΗΣ Ρ. Α. Προοπτικές Εκτροφής του Αχινοῦ (*Paracentrotus lividus*) (LAMARCK 1816) στον Ελληνικό Χώρο σε Συνθήκες Πολυκαλλιέργειας

ΡΕΤΡΑΚΗΣ Α. ΛΕΩΝΙΔΑΣ. Biological and Economic Overfishing for Population Models

ΡΕΤΡΑΚΗΣ Α. ΛΕΩΝΙΔΑΣ. Η Βιολογική και Οικονομική Υπεραλίευση με Πληθυσμιακά Μοντέλα.

ΚΑΤΣΙΚΗ Φ., Σ.Δ. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ, Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ & Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ. Εκτίμηση των Παραμέτρων Αύξησης των Μετανυμφών και Νεαρών Ατόμων της Ενδημικής Γαρίδας *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forskal, 1775) στο Θερμαϊκό Κόλπο.

KATSIKI F., S.D. KLAOUDATOS, C. NEOFITOU & P. PANAGIOTAKI. Growth parameters assessment of the indigenous shrimp *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forsk., 1775) post larvae and juveniles in Thermaikos gulf.

VATSOS I. N.* , E. KALOGIROS, M. A. HENRY & M. N. ALEXIS. Long-Term Effects of Oxygen on Skin Morphology and Particularly on Skin Mucous Cells of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*).

ΒΑΤΣΟΣ Ι. Ν., Ε. ΚΑΛΟΓΥΡΟΣ, Μ. Α. ΗΕΝΡΥ & Μ. Ν. ΑΛΕΞΗ. Μακροχρόνιες Επιπτώσεις του Οξυγόνου στην Μορφολογία του Δέρματος και κυρίως στα Επιδερμικά Βλενώδη Κύτταρα του Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*).

ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ Ι.Θ., Ε. ΜΕΝΤΕ, Α. ΣΤΡΑΤΑΚΟΣ, Σ. ΜΠΙΑΝΤΙΔΟΣ, & Δ. ΒΑΦΕΙΔΗΣ. Διατροφικές Συνήθειες και Ανάπτυξη της Καραβίδας (*Nephrops norvegicus*) σε Εργαστηριακές Συνθήκες.

KARAPANAGIOTIDIS I.T., E. MENTE, A. STRATAKOS, S. BADIDOS & D. VAFIDIS. Nutrition and Growth of *Nephrops norvegicus* under Laboratory Conditions.

ΚΑΖΑΝΙΔΗΣ Γ., Α. ΛΟΛΑΣ, Α. ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ, Ν. ΝΕΟΦΙΤΟΥ, Δ. ΒΑΦΕΙΔΗΣ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Μελέτη της Πληθυσμιακής Πυκνότητας, της Βιομετρίας και της Αναπαραγωγικής Διαδικασίας του Ολοθούριου *Holothuria tubulosa* (Gmellin, 1788) στον Παγασητικό κόλπο: Προκαταρκτικά Αποτελέσματα.

ΚΑΖΑΝΙΔΗΣ Γ., Α. ΛΟΛΑΣ, Α. ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ, Ν. ΝΕΟΦΥΤΟΥ, Δ. ΒΑΦΕΙΔΗΣ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Μελέτη της Πληθυσμιακής Πυκνότητας, της Βιομετρίας και της Αναπαραγωγικής Διαδικασίας του Ολοθούριου *Holothuria tubulosa* (Gmellin, 1788) στον Παγασητικό κόλπο: Προκαταρκτικά Αποτελέσματα.

ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ Α., Α. ΛΟΛΑΣ, Μ. ΧΑΤΖΗΙΩΑΝΝΟΥ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Στάδια Ανάπτυξης του Γεννητικού Συστήματος του Χερσαίου Γαστερόποδου *Helix aspersa* (Petis Gris- Κρητικός Κοχλίας) σε Συνθήκες Ελεγχόμενης Εκτροφής.

DESPOTOPOYLOU A., A.P. LOLAS, M. HATZIOANNOU & C. NEOFITOU. Development stages of the reproductive system of the terrestrial gastropod *Helix aspersa* in control reared conditions

MALANDRAKIS E.E., M. KAVOURAS, D. KASSIMATIS, O. DADALI, C. CHATZIPLI, E. GOLOMAZOU, A. EXADACTYLOS & P. PANAGIOTAKI. Fish Welfare: Stress Evaluation Using Alkaline Comet Assay.

ΜΑΛΑΝΔΡΑΚΗΣ Ε.Ε., Μ. ΚΑΒΟΥΡΑΣ, Δ. ΚΑΣΙΜΑΤΗΣ, Ο. ΝΤΑΝΤΑΛΗ, Κ. ΧΑΤΖΗΠΛΗ, Ε. ΓΚΟΛΟΜΑΖΟΥ, Α. ΕΞΑΔΑΚΤΥΛΟΣ & Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ. Ευζωία Ιχθύων: Εκτίμηση Καταπόλεμησης με τη Χρήση της Μεθόδου του Κομήτη σε Αλκαλικές Συνθήκες.

ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ Λ., Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ, Σ. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ & Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ. Επίδραση της Διατήρησης με Φορμόλη στο Μήκος και το Βάρος ατόμων Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) και Τσιπούρας (*Sparus aurata*).

GIANNAKOPOYLOU L., P. PANAGIOTAKI, S. KLAOYDATOS & C. NEOFITOU. The Effects of Formalin on Length and Weight Measurements of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and Sea Bream (*Sparus aurata*) Juveniles.

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Α., Ε. ΓΚΟΛΟΜΑΖΟΥ, Ε. Ε. ΜΑΛΑΝΔΡΑΚΗΣ, & Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ. Χρήση Ανοσοενισχυτικών Ουσιών στις Υδατοκαλλιέργειες.
PAPADOPOULOU A., E. GOLOMAZOU, E. E. MALANDRAKIS & P. PANAGIOTAKI. Use of Immunomodulators in Aquaculture.

ΟΡΦΑΝΙΔΗΣ Σ., Β. ΓΙΓΗ & Μ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ. Ανάπτυξη Τεχνολογιών Καλλιέργειας Γηγενών Εμπορικών Μακροφυτών για Ολοκληρωμένες – Πολυτροφικές Υδατοκαλλιέργειες.

E. PITSOULI, P. PANAGIOTAKI & I.S. BOZIARIS. Effect of Different Slaughter Methods on Microbial Spoilage of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Stored at Refrigeration Temperatures.

ΠΙΤΣΟΥΛΗ Ε., Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ & Ι. Σ. ΜΠΟΖΙΑΡΗΣ. Επίδραση του Τρόπου Θανάτωσης Ιχθύων Τσιπούρας (*Sparus aurata*) στις Μεταβολές Δομαιοθησίας και pH καθώς και στο Μικροβιακό Προφίλ Αλλοίωσης κατά τη Συντήρησή τους υπό Ψύξη.

Έναρξη Εργασιών Συνεδρίου

Την έναρξη των εργασιών του Συνεδρίου κήρυξε ο Πρόεδρος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Άρτας Νομάρχης κ. Γεώργιος Παπαβασιλείου.

ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ του Κοσμήτορα της Γεωπονικής Σχολής και Προέδρου του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου περιβάλλοντος Καθηγητού Χρήστου Νεοφύτου

Ως Κοσμήτορας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών και Πρόεδρος του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σας καλωσορίζω και σας ευχαριστώ, που ανταποκριθήκατε στην πρόσκλησή μας να παρευρεθείτε στις εργασίες του 3^{ου} Συνεδρίου Υδροβιολογίας – Αλιείας, που συνδιοργανώνεται με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, την Περιφέρεια Ηπείρου, τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Άρτας και το Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, με θέμα: «Αειφορική Υδατοκαλλιέργεια».

Είναι γνωστό αγαπητοί σύνεδροι, ότι η αξιοποίηση του υδάτινου περιβάλλοντος του πλανήτη μας, για την επιτυχέστερη αντιμετώπιση των ήδη υπαρχόντων και συνεχώς διογκούμενων προβλημάτων διατροφής του ανθρώπινου και όχι μόνο, πληθυσμού, μπορεί να πραγματοποιηθεί με την ανάπτυξη και συμβολή των υδατοκαλλιεργειών στα πλαίσια της αειφορίας.

Πρόκειται, όπως όλοι μας γνωρίζουμε, για ένα σοβαρό τομέα, που σήμερα φαίνεται πως είναι ο νέος προσανατολισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και απασχολεί Υπουργείο και παραγωγούς. Ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας, λειτουργεί και αυτός στο νέο περιβάλλον, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη διεθνή πολιτική σκηνή αλλά και από τα σύγχρονα καταναλωτικά πρότυπα.

Τα τελευταία χρόνια η τάση για μεγαλύτερη κατανάλωση αλιευμάτων αυξάνει αλματωδώς στην Ευρωπαϊκή και στην Ελληνική αγορά. Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση των προϊόντων αυτών αποδίδεται στη διαρκή ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου των παραμεσόγειων λαών, αλλά κυρίως και στη σαφή προτίμηση του καταναλωτικού κοινού σε προϊόντα υγιεινής διατροφής όπως αποδείχθηκε ότι είναι οι υδρόβιοι οργανισμοί (ψάρια, μύδια, στρείδια, φύκια, κ.λπ.). Η βιολογική και διαιτητική αξία των αλιευμάτων είναι πολύ μεγάλη, γιατί είναι πλούσια σε βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και άριστους συνδυασμούς αμινοξέων, αλλά κυρίως γιατί είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Στη χώρα μας, ο κλάδος αυτός της πρωτογενούς παραγωγής, άρχισε να λειτουργεί στις αρχές της δεκαετίας του 1950 όταν λειτούργησε ο πρώτος ιχθυογεννητικός σταθμός παραγωγής γόνου πέστροφας στο Νομό Ιωαννίνων (ποταμός Λούρος). Με τη βοήθεια του σταθμού αυτού αναπτύχθηκε η πεστροφοκαλλιέργεια. Φυσικά, κανείς δε μπορούσε να παραβλέψει το γεγονός ότι η χώρα μας έχει συνολικό μήκος ακτών περίπου 15.000

Κμ και επομένως η ιχθυοκαλλιεργητική παραγωγή θα μπορούσε να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στην εθνική οικονομία. Έτσι, φθάνουμε στη δεκαετία του 1980 όπου μετά την είσοδό μας στην Ε.Ε. αρχίζουν τα επιδοτούμενα προγράμματα και αρχίζουν δειλά και με βαριά καρδιά οι επενδύσεις σ' αυτό τον κλάδο του πρωτογενή τομέα.

Τα πρώτα είδη που άρχισαν να εκτρέφονται ήταν για τη θάλασσα η τσιπούρα και το λαβράκι και για τα γλυκά νερά η πέστροφα, ο κυπρίνος (γριβάδι) και το χέλι. Αυτό συνέβη γιατί ήταν τα μόνα είδη που μέχρι τότε υπήρχε τεχνογνωσία (know how). Στην αρχή αντιμετωπίστηκαν αρκετά προβλήματα για να φτάσουμε στη δεκαετία του 1990 όπου άρχισαν να απογειώνονται αυτές οι μορφές εκτροφής και να συμβάλλουν στη διαμόρφωση του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος σε ποσοστό 0,3-0,5% όπου μαζί με την αλιεία φθάνει σήμερα στο 0,7%.

Η **κατανάλωση** ψαριών στην Ευρώπη είναι περίπου 9 εκατομμύρια τόνοι το χρόνο και η συλλεκτική αλιεία της αποδίδει μόνο 6 εκατομμύρια τόνους, από τα οποία εξάγει τους 1,4 εκατομμύρια τόνους. Συνεπώς είναι υποχρεωμένη να εισάγει 4,6 εκατομμύρια τόνους, για να καλύψει τη ζήτηση. Προς το παρόν παράγει περίπου ένα εκατομμύριο τόνους μέσω των ιχθυοκαλλιεργειών και επομένως εισάγει τα υπόλοιπα. Συνεπώς, γίνεται κατανοητή η μεγάλη σημασία των υδατοκαλλιεργειών, λαμβάνοντας υπόψη ότι η αλιεία συνέχεια φθίνει.

Καθώς ο κλάδος των υδατοκαλλιεργειών είχε εισέλθει σ' ένα δρόμο προόδου και δυναμικής ανάπτυξης, άρχισαν να φαίνονται στον ορίζοντα δυσλειτουργίες, προχειρότητες, γραφειοκρατικές στρεβλώσεις και γενικά, προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν έγκαιρα προτού αποβούν μοιραία για την παραπέρα πορεία του κλάδου, με αποτέλεσμα σήμερα 4 παραγωγικές μονάδες και δύο μεταποιητικές να βρίσκονται στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών. Στην Ελλάδα σήμερα λειτουργούν 320 μονάδες εκτροφής θαλασσιών ειδών, 330 μονάδες οστρακοκαλλιεργειών και 37 μονάδες στα γλυκά νερά. Οι υδατοκαλλιέργειες θα μπορούσαν να αναπτυχθούν πολύ περισσότερο από την υπάρχουσα σημερινή κατάσταση αν δεν υπήρχαν τα προβλήματα σχετικά με το περιβάλλον, όπως παρουσιάζονται από τους "οικολογούντες". Η εμπειρία από άλλα ευρωπαϊκά κράτη αποδεικνύει ότι η συνύπαρξη υδατοκαλλιεργειών και άλλων παράκτιων δραστηριοτήτων μπορεί να γίνει, υπό την προϋπόθεση ότι θα τηρούνται οι προϋποθέσεις που τίθενται από το νόμο και ότι οι έλεγχοι είναι συνεχείς και σωστοί, για όλες τις δραστηριότητες.

Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν όλα τα σχέδια οικονομικής ανάπτυξης αποσκοπούσαν ουσιαστικά στην οικονομική μεγέθυνση αγνοώντας την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι κυβερνήσεις στόχευαν κυρίως στην παραγωγή όλο και περισσότερου προϊόντος γιατί πίστευαν ότι με αυτόν τον τρόπο θα επιτύχουν την οικονομική ευμάρεια των πολιτών και θα εξασφάλιζαν τις υλικές απολαύσεις που συνεπάγονταν η οικονομική ανάπτυξη. Σε όλα τα σχέδια ανάπτυξης, η υποβάθμιση της ποιότητας των φυσικών πόρων θεωρούνταν ως η απαραίτητη θυσία για την επίτευξη των παραπάνω στόχων. Αποτέλεσμα, ήταν η συνεχής υποβάθμιση της ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος, η εξάντληση των αλιευτικών πεδίων, η εξαφάνιση μεγάλου αριθμού ειδών, η εξάντληση των ορυκτών πριν η τεχνολογία εξασφαλίσει την αναπλήρωσή τους κ.λπ.

Με δεδομένη λοιπόν την ανταγωνιστικότητα των κλάδων της αλιείας, των υδατοκαλλιεργειών και της τουριστικής βιομηχανίας, μέσα από την παγκοσμιοποίηση των συναλλαγών αλλά και των ανθρώπινων μετακινήσεων, για λόγους αναψυχής,

απαιτείται αναδιάρθρωση και μέτρα που θα οδηγούν στην προσφορά ποιοτικών και υγειονομικά αποδεκτών προϊόντων (υγιεινά αλιεύματα, καθαρές ακτές και θάλασσες, αναλλοίωτοι υδροβιότοποι με πλούσια ενδημική χλωρίδα και πανίδα).

Μέσα σ' αυτό το γεωπολιτικό και κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον, η χώρα μας τιμώντας την παράδοση και τη γεωγραφία της, θα πρέπει να παίξει το ρόλο που της αναλογεί και να εφαρμόσει ένα εθνικό πρόγραμμα αειφόρου ανάπτυξης και διαχείρισης των υδάτινων βιολογικών πόρων προς όφελος της οικονομίας, αξιοποιώντας στο έπακρο τα πλεονεκτήματα και ελαχιστοποιώντας τα μειονεκτήματα της κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής.

Υπάρχουν σήμερα μεγάλα περιθώρια να αναπτυχθεί ανταγωνιστική υδατοκαλλιέργεια, αλλά και να προκύψουν ωφέλειες από τη στροφή της αλιευτικής πολιτικής προς τα ποιοτικά, τα πιστοποιημένα προϊόντα και την ανάπτυξη της υπαίθρου.

Κανένα πλαίσιο, καμιά αναθεώρηση της ΚΑΠ όσο και αν ενσωματώνει πολιτικές για τη στήριξη της ελληνικής αλιευτικής πολιτικής δε θα μπορέσει να τη μετατρέψει σε δυναμικό τομέα, αν δε στηριχθεί σε θεσμούς και δομές σε ελληνικό επίπεδο με τη λήψη μέτρων.

Αναζητώντας έστω και τώρα πρότυπα και μηχανισμούς στήριξης της αλιευτικής πολιτικής με ρόλο και αρμοδιότητες, οι πρακτικές του παρελθόντος οφείλουν να παραχωρήσουν τη θέση τους σε καθιέρωση ρεαλιστικής εθνικής στρατηγικής με σαφείς επιλογές και ιεραρχήσεις για θεσμούς, δομές και φορείς αλιευτικής ανάπτυξης.

Δεν υπάρχουν μικροί και μεγάλοι γεωργοί, μικροί και μεγάλοι κτηνοτρόφοι, μικροί και μεγάλοι αλιείς. Δεν υπάρχουν μεγάλα προβλήματα, αλλά μικρές κυβερνητικές πολιτικές. Η Ελλάδα, χρειάζεται επιτέλους, μια Ολοκληρωμένη Επιθετική Αλιευτική Πολιτική, στην οποία η αξιοποίηση των γεωτεχνικών σε κάθε βαθμίδα παραγωγικής διαδικασίας να είναι άμεσης προτεραιότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η αξιοποίηση του φυσικού αυτού περιβάλλοντος του πλανήτη μας, που λέγεται υδάτινο, για την επιτυχέστερη αντιμετώπιση των ήδη υπαρχόντων και συνεχώς διογκούμενων προβλημάτων διατροφής του πληθυσμού, μπορεί να πραγματοποιηθεί με την ανάπτυξη και συμβολή των υδατοκαλλιεργειών.

Τελειώνοντας, καλωσορίζω και πάλι τους προσκεκλημένους μας, ευχαριστώ τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Άρτας και ιδιαίτερα το φίλο Νομάρχη Γ. Παπαβασιλείου για τη φιλοξενία του, συγχαίρω την οργανωτική επιτροπή για την άριστη προετοιμασία του συνεδρίου, αλλά και κάθε άλλο φορέα ή άτομο που συνέβαλε με οποιοδήποτε τρόπο στην οργάνωσή του και εύχομαι καλή επιτυχία στις εργασίες του.

ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ του Προέδρου της Οργανωτικής Επιτροπής του Συνεδρίου Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου περιβάλλοντος Σπυρίδωνος Κλαουδάτου.

Αγαπητοί φίλοι συγκεντρωθήκαμε στην φιλόξενη πόλη της Άρτας επωφελούμενοι της πρότασης του Νομάρχη να αναπτύξουμε, συζητήσουμε και να ανταλλάξουμε απόψεις για το παρόν και το μέλλον των υδατοκαλλιεργειών ή υδατοεκτροφών που για την χώρα μας ιδιαίτερα, ο κλάδος των ιχθυοκαλλιεργειών αποτελεί σημαντικό οικονομικό πόρο αφού παράγει πάνω από 120 χιλιάδες τόνους ευρύαλων ψαριών το χρόνο, όσους περίπου και η συλλεκτική αλιεία, το 70% των οποίων εξάγεται.

Στόχος μας είναι να δούμε με καθαρή ματιά πως αυτά που επιτύχαμε μέχρι τώρα μπορούν να κατοχυρωθούν και να αναπτυχθούν στο άμεσο και μεσοπρόθεσμο μέλλον. Επιλέξαμε ως θεματική ενότητα την «Αειφορική υδατοκαλλιέργεια» όχι επαναλαμβάνοντας τον όρο αυτό από μίμηση, μιας και μετά τη συνάντηση για το παγκόσμιο Περιβάλλον στο Κιότο βρίσκεται στα χείλη όλων, αλλά γιατί αυτή είναι η μόνη πορεία που κατά την γνώμη μας αν την ακολουθήσουμε εγγυάται τη συνέχιση της αναπτυξιακής πορείας του κλάδου. Επιλέξαμε ως θεματική ενότητα την αειφορική μορφή διαχείρισης ή καλύτερα ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών, αφού η ανάπτυξη είναι δυναμική έννοια σε αντίθεση με τη διαχείριση που είναι στατική, γιατί η μορφή αυτή είναι η μόνη που επιτρέπει στους βιολογικούς πόρους να παρέχουν σε συνεχή βάση την μέγιστη παραγωγικότητά τους χωρίς τον κίνδυνο να εξαντληθούν ή να καταρρεύσουν.

Οι εκτατικές και οι ημιεντατικές μορφές των υδατοκαλλιεργειών εφαρμόζονται για πολλούς αιώνες και δείχνουν μια σταθερότητα που πηγάζει μέσα από την άμεση αμφίδρομη σχέση που έχει αναπτυχθεί ανάμεσα στον εκτροφέα και το περιβάλλον. Η αρμονική αυτή σχέση δεν φαίνεται να κινδυνεύει να διαταραχθεί στο μέλλον. Οι εντατικές μορφές υδατοκαλλιεργείας, όμως, χρειάζονται πολλές προϋποθέσεις για να εφαρμοσθούν και πολλές περισσότερες για να παραμείνουν σε τροχιά αειφορικής ανάπτυξης. Οι δύο βασικότερες προϋποθέσεις για να είναι και να παραμείνουν οι εντατικές μορφές εκτροφής αειφορική δραστηριότητα είναι η εξασφάλιση του συνόλου της απαιτούμενης τροφής στους εκτρεφόμενους οργανισμούς, καθώς και η διατήρηση ενός καθαρού υδάτινου περιβάλλοντος. Ενός υδάτινου περιβάλλοντος απαλλαγμένου οιασδήποτε μορφής ρύπανσης, ώστε οι οργανισμοί που εκτρέφονται σ' αυτό να είναι εφάμιλλοι αυτών της συλλεκτικής αλιείας, να εξασφαλίζουν τη δημόσια υγεία και τις τροφικές απαιτήσεις των καταναλωτών. Για τις περισσότερες εντατικές εκτροφές που περιλαμβάνουν σαρκοφάγα ψάρια (σολομούς, πέστροφες, χέλια, τόνους, τσιπούρες λαβράκια, φαγκριά κ.ά. η τροφή που προσφέρεται, σε ποσοστό πάνω από το 50% εξασφαλίζεται από την επεξεργασία ψαριών κατώτερης ποιότητας της συλλεκτικής αλιείας, που αλιεύονται στα αλιευτικά πεδία της Βόρειας θάλασσας και του Νότιου Ατλαντικού. Στην περίπτωση που η αλιεία αυτών των ψαριών, που μας παρέχουν τα δύο βασικά συστατικά της τροφής των ευρύαλων σαρκοφάγων ψαριών, το ιχθυάλευρο και το ιχθυέλαιο καταρρεύσει από την υπεραλίευση τότε άμεσες θα είναι οι επιπτώσεις στη μελλοντική πορεία των ιχθυοκαλλιεργειών.

Ταυτόχρονα, μία από τις βασικότερες προϋποθέσεις συνέχειας και περαιτέρω ανάπτυξης του τομέα είναι η εικόνα του κλάδου στο ευρύ κοινό και η δυνατότητα

απορρόφησης των παραγόμενων προϊόντων από τους καταναλωτές. Επομένως οι συνεχείς προσπάθειες βελτίωσης της ήδη υψηλής ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων συνεπικουρούμενη από τη συνεχή μελέτη της αγοράς, που επιβάλλει αντίστοιχες διορθωτικές κινήσεις, αποτελούν θέματα της ευφορίας του κλάδου.

Αυτά και άλλα συναφή θέματα θα αναλύσουμε σήμερα και στις δύο επόμενες μέρες του Συνεδρίου, όμως, όλα αυτά, όπως ο καθένας αντιλαμβάνεται, περιέχονται στην μαγική έννοια της «αιφορίας», όπως την είχαν πρώτοι συλλάβει και αναπτύξει οι πρόγονοί μας. Μόνο η αιφορική μορφή ανάπτυξης θα επιτρέψει την απρόσκοπτη πορεία του κλάδου και γιατί όχι όλων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αν αγνοήσουμε τις αλληλοεπιδράσεις που μία δραστηριότητα επιφέρει στις άλλες, η μελλοντική πορεία μας θα εκτεθεί σε ανυπολόγιστους κινδύνους, ειδικά δε για τις υδατοεκτροφές η ανοδική τους πορεία θα ανακοπεί.

Δεν θα ήθελα να σας προβληματίσω σήμερα με αυτά που στο συνέδριο από αύριο θα παρουσιασθούν και θα αναπτυχθούν, για να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα. Θα επικεντρωθώ στο να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και όχι μόνο σε όλους σας για την παρουσία σας, τις χορηγίες σας, τη συμμετοχή σας, τη συμπαράστασή σας για να υλοποιηθεί αυτό το Συνέδριο. Το μεγάλο μερίδιο ανήκει στον Νομάρχη Άρτας κ. Γεώργιο Παπαβασιλείου, και στα μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής στην κ. Γεωργή, στον κ. Βαφείδη, στην κ. Παναγιωτάκη, στον κ. Μποζιάρη, στον κ. Εξαδάκτυλο, στον κ. Πολύμερο, στον κ. Ψιλοβίκο, στην κ. Ματσιώρη, στην κ. Κουφοστάθη αλλά και σ' όλους όσους βοήθησαν πολλάκις υπερβάλλοντες εαυτούς. Τους ευχαριστώ βαθύτατα. Ευχαριστίες οφείλονται στον Περιφερειάρχη Ηπείρου, τον Πρόεδρο του ΓΕΩΤΕΕ, στους χορηγούς, αλλά και στον Κοσμήτορα Σχολής Γεωπονικών Επιστημών και Πρόεδρο του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Χ. Νεοφύτου, που με τη διπλή ιδιότητα του Προέδρου και Κοσμήτορα της Σχολής, μας συμπαραστάθηκε αμέριστα. Παράληψη θα ήταν αν δεν ευχαριστούσα τους βασικούς ομιλητές των ενοτήτων που θα αναπτύξουμε στο συνέδριο τον κ. Απο Tandler, ερευνητή του Εθνικού Κέντρου Θαλασσοκαλλιεργειών του Ισραήλ, την κα. Lara Barazi Γερουλάνου Δ/νουσα Σύμβουλο των Ιχθυοτροφείων Κεφαλονιάς και Αντιπρόεδρο της Ένωσης Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών και τον κ. Νικ. Νεοφύτου Λέκτορα του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Π.Θ. Ταυτόχρονα ευχαριστώ όλους όσους θα αναπτύξουν τα ερευνητικά τους αποτελέσματα στις εργασίες του Συνεδρίου και ασφαλώς στους φοιτητές που επάξια καταρτιζόμενοι ανυπομονούν να πάρουν τη σκυτάλη από τα χέρια μας για να συνεχίσουν, εύχομαι, και πιστεύω πολύ καλύτερα από εμάς, την προσφορά τους στον κλάδο και στο κοινωνικό σύνολο, γενικότερα.

Σας ευχαριστώ όλους.

Session 1

1^η Θεματική Ενότητα

Sustainable and Organic Aquaculture *Αειφορική και Βιολογική Υδατοκαλλιέργεια*

Chairpersons: Professor Christos Neofitou – Dr. Eleni Mente

Προεδρείο: Καθ. Χρήστος Νεοφύτου – Δρ. Ελένη Μεντέ

Invited Speaker: Professor Spyridon Klaoudatos

Προσκεκλημένος Ομιλητής: Καθ. Σπύριδων Κλαουδάτος

SUSTAINABLE AQUACULTURE PRIORITY MEANS CONSTANT ENVIRONMENTAL PROTECTION. THE GREEK PERSPECTIVE

Spyridon Klaoudatos

University of Thessaly School of Agriculture Department of Agriculture Ichthyology and
Aquatic Environment. E-mail: sklaoudat@uth.gr

SUSTAINABILITY is a systemic concept, relating to the continuity of economic, social, institutional and environmental aspects of human society, as well as the non-human environment. It is intended to be a means of configuring civilization and human activity so that society, its members and its economies are able to meet their needs and express their greatest potential in the present, while preserving biodiversity natural ecosystems, and planning and acting for the ability to maintain these ideals in the very long term. Sustainability affects every level of organization, from the local neighborhood to the entire planet (WWW Wikipedia)

Sustainability can be defined both qualitatively in words, and quantitatively as a ratio. Put in qualitative terms, sustainability seeks to provide the best outcomes for the human and natural environments both now and into the indefinite future. The word *sustainability* was used for the first time by the German forester and scientist Hans Carl von Carlowitz (1712). in his book "Sylvicultura Oeconomica". Brundtland (1987) defined sustainable development as development that "*meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their needs*".

The term "sustainable development" was adopted by the Agenda 21 program of the United Nations. The European council at Lisbon on March 2000 proposed that the European aquaculture sector can contribute sustainability to achieve the E.U.'s goal of becoming: "The most competitive and dynamic knowledge based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion".

The World demand for fishing products has tripled between 1961 and 2005, because of the global population increase and the rise of consumption per person from 11 Kg/person/year in 1970 to 16.8 Kg/person/year in 2005. In Europe the increasing consumer demand for wild fish means that imports are steadily raising; from 6.8 in 1990 to 9.4 million tonnes in 2003.

According to FAO, harvesting of wild fish has met its natural constrains, as 70% of the world oceans are over exploited. The fishery production reached its maximum levels at the end of the 80s and it is fluctuating around the same level since (90-95 million tonnes), indicating that the oceans are being exploited near its maximum production. According to a study of an international team of ecologists and economists "All species of wild seafood will collapse within 50 years" (Issue of the Journal *Science* Nov.3, 2003).

The researchers concluded that the loss of marine biodiversity worldwide is profoundly reducing the ocean's ability to produce sea food, resist diseases, filter pollutants and rebound from stresses, such as climate change and over fishing".

Under these circumstances aquaculture can bridge the gap between demand and supply. Aquaculture grows faster than other animal origin food production sectors, but struggling with its image, and do not forget that Aquaculture and fishing are complementary activities that must face the challenge of this increasing demand of marine products.

THE ROLE OF AQUACULTURE

Aquaculture has a history of 4000 years, but it is only in the last 50 years that it has become a socioeconomic activity of importance, giving employment to 10 million people around the world. Its contribution to the world fish, crab and mollusc supply is growing year after year. According to FAO, it has gone from 3.9% of the total fishing production (in weight) in 1970, to 30.2% in 2004, with a forecast of a 50% in 2025. On the other hand, in 2006 aquaculture already provided almost half of the fishing products for direct human consumption.

At world scale, the sector has increased an average 8.9% per year since 1970, in contrast with the 2.8% in meat terrestrial production systems.

In the Mediterranean region, during the last two decades, aquaculture sector has increased from 4% in 1980 to 13% in 2000, with a trend towards the diversification of cultured species which facilitates the growth of the sector.

The fact that the value of the whole production chain from fishing, aquaculture, processing to marketing is estimated to be approximately 0.28% of the EU gross domestic product, and certainly less than 1% in terms of contribution to the gross national product of Member States, does not reflect its highly significant role as a source of employment in areas where there are few alternatives.

The number of fishermen in Europe has been declining in recent years, with the loss of 66.000 jobs in the harvesting sector, a decrease of 22%. There has also been a 14% decline in employment in the processing sector. The development of aquaculture in isolated coastal communities has had a positive impact on employment. Particularly in Greek islands, workers in many fish farms answer in a relevant question: I am here because **"No other job opportunities available"**.

WAYS TO ACHIEVE A SUSTAINABLE AQUACULTURE DEVELOPMENT

Sustainability of Aquaculture means

- Continued Fish feed supply.
- Careful Brood Stock Creation
- New herbivorous or omnivorous species domestication
- Moderate Chemical use in fish breeding process.
- Animal Welfare.
- Ecosystem Protection and Conservation.
- Minimizing water pollution.
- Health Markets

CONTINUED FISH FEED SUPPLY

The majority of cultivated species are carnivorous and they need other species of lower quality to transform them in fish oil and fish meal in order to cover their needs. The production of aquafeeds should be in a sustainable way as the sourcing of these raw materials should be environmentally acceptable, and should not have negative impacts on the ecosystems from which these ingredients are harvested.

The main ingredients in the feeds for carnivorous cultured fish and crustaceans, such as those cultivated in Mediterranean, have been fish meal and fish oil, produced from wild fish caught all over the world. The aquafeed industry consumes nearly 50% of the total worldwide production of fish meal, and more than 80% of total fish oil production. Many studies have been conducted to identify alternative protein and lipid sources. Research is ongoing, with the main objective being to find possible sustainable substitutions for fish meal and fish oil sources, without compromising the growth, quality and welfare of the cultured organisms.

The origin of species produced fish meal and fish oil used in fish feeds for aquaculture in the Mediterranean comes mainly from the Pacific coast of South America, but also from the North East Atlantic and the North Sea. The main species of fish that are processed into fish meal and fish oil are Anchovy, Jack mackerel, Horse mackerel, Sand eel, Sprat, Blue whiting, Capelin and Herring. At present, around 28 million tonnes of fish (30% of the world catch) and 5 million tonnes of trimmings from food fish, are processed annually into fish meal and fish oil (IFFO, 2002).

The average annual worldwide production of fish meal is 6.3 million tonnes, and fish oil is 1.1 million tonnes. These production figures have been relatively stable in recent decades, although it hasn't been until the last few years that efforts have been made to certify the sustainability of these stocks. It must be kept in mind that these fish have short life cycles that enable quick annual stock recoveries. However, although it seems possible to guarantee the maintenance of current worldwide production volumes of fish meal and fish oil, there is an increasing demand for their use by both terrestrial and aquatic animals (Fig.1).

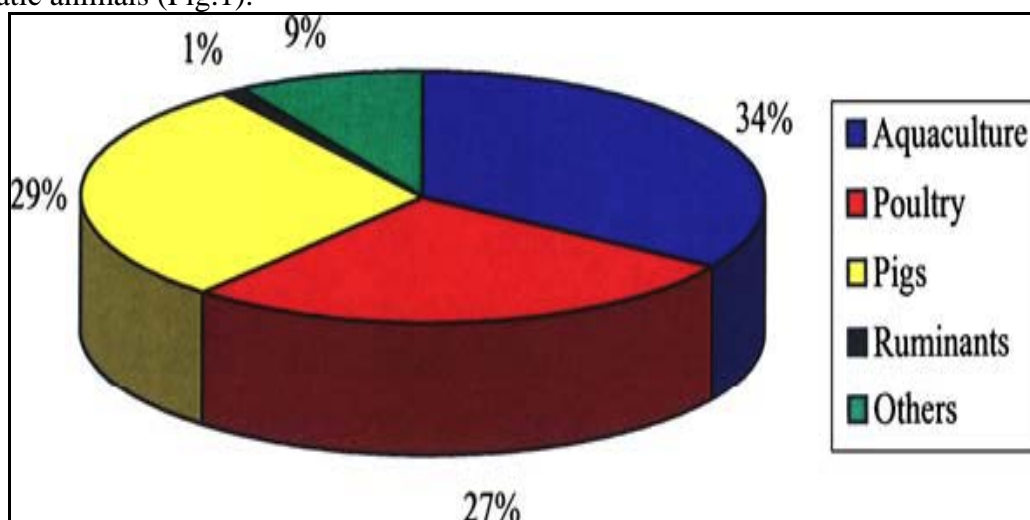


Figure 1. Percentage of fish meal inclusion in feeds produced for aquaculture and other animals (Barlow, 2002).

The aquafeed industry consumed in 2002 nearly 35% of the total worldwide production of fish meal, and more than 80% of total fish oil production. These percentages are projected to continue growing into the future. The aquaculture has to take into account that fish meal and fish oil are worldwide limited resources. The future development of aquaculture, if do not change the present orientation cultivating carnivorous species, is strongly linked to the possibility of providing sustainable aquafeed ingredients. In other words if the aquaculture of carnivorous species wishes to continue further growth, improvements must be achieved in the feeding of these animals, and alternative raw ingredients for aquafeeds must to be found. The complete substitution or replacement of fish meal by more sustainable and renewable protein sources, like oilseeds or vegetable meals, has in the past brought up several issues, partially because of an inappropriate amino-acid balance and poor protein digestibility (Sargent & Tacon, 1999; Webster *et al.*, 1999; Refstie *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2002; Martínez, 2005). A possible sustainable solution has recently been suggested “Turn carnivorous fish species into vegetarians” (Powell, 2003).

In the face of the increasing costs of carnivorous fish production and the ecological implications of wild stocks decline, seems to be the way to go (New and Wijkstrom, 2002).

CERTIFICATION OF SUSTAINABILITY

Certification of sustainability of the sourcing of raw materials for the production of aquaculture feeds is one the most important measures to ensure sustainability of aquaculture at a global level. This type of certification is probably not achievable today, but should be targeted for the future. This certification should not be restricted only to the fish stocks captured for fish meal and oil; other ingredients, including agricultural products, should also be subject to this certification.

Ways to achieved sustainability for Fish Feed supply are:

- The origin of the raw materials should be certified as sustainable.
- The use of formulated feeds should be recommended
- Feed management should be improved
- Feed production technologies and feed quality should be improved
- The use of alternative ingredients should be encouraged
- The use of other existing sources of marine proteins and oils should be encouraged.
- The farming of low-trophic level species should be promoted
- The integration of aquaculture with other agricultural farming activities should be promoted

BROOD STOCK CREATION

The creation and renewal of brood stocks in aquaculture hatcheries for culture species is very important but the capture specimens from the wild to be used as broodstock in hatcheries should not distort wild populations and have negative effects

with their wild counterparts. The stocking of aquaculture farms should not affect the natural status or viability of wild populations, their ecosystems or biodiversity in general. A solution is the organisms to be raised in aquaculture farms should be produced in hatcheries, and research on the reproductive cycle of aquaculture species should be encouraged in order to be successfully reared in captivity.

When sourcing of individuals for stocking aquaculture farms is done through wild caught, this should be exercised in a sustainable manner, such as the wild spat collection of some molluscs (mussels, oysters, scallops) (Davenport *et al.*, 2003). On the other hand wild stocks from endangered species should not be used, except for rehabilitation or recovery plans, in order to maintain biodiversity.

A lot of captured species whose life cycles are not yet completely known and not successfully artificially reproduced such as eels (Fig. 2.) (*Anguilla spp.*), tuna (*Thunnus spp.*), yellowtails (*Seriola spp.*), groupers (*Epinephelus spp.*), octopus (*Octopus spp.*) and rabbit fish (*Siganus rivulatus*), are collected from wild stocks thus presenting technical or economic complications (Hair *et al.*, 2002; Ottolenghi *et al.*, 2004). In Egypt for example the mullet culture, which produced 133,000 tonnes in 2004, representing around 38% of the total Egyptian aquaculture production depended totally from the capture fingerlings, meanwhile, Egypt is annually collecting 100 to 135 million fingerlings of deferent mullet species fry (Fig 3) from the wild for the mullet culture (GAFRD, 2005).

The main problem of capture-based aquaculture, as described by Nash *et al.*, (2005), is the increase of fisheries pressure on such species that may lead to stock depletion, stock collapse or other related problems. The over fishing of adult groupers would result in a decline in the capture-based juveniles available for farming, while the over-fishing of juveniles could have a much more lasting impact, not only on the adult fishery, but to the supply of juveniles for farming (Ottolenghi *et al.*, 2004). In the case of blue fin tuna fisheries will collapse if current pressure on wild stocks is maintained (Leonart & Majkowski, 2005; Lovatelli, 2005)

Aquaculture should protect the ecosystems and conservation and encourage research on breeding technologies to artificially rear capture-base species to avoid the dependence of their culture on wild stock populations. Many such technologies have been achieved in experimental conditions, but have not yet been implemented commercially due to cost efficiency (Marino *et al.*, 2003; Iglesias *et al.*, 2004; Mylonas *et al.*, 2004; García *et al.*, 2005; Van Ginneken and Maes, 2005; Jerez *et al.*, 2006).

WAYS TO AVOID AND CONTROL POSSIBLE POLLUTION FROM THE INSTALATION AND OPERATION OF AQUACULTURE FARMS.

In order to avoid and control the pollution created from the installation and operation of aquaculture farms, Environmental Impact Assessment studies should be carried out to detect any possible effect on the wild ecosystem, prior to the installation and commencing of each farm operation.

Most of the environmental impacts of aquaculture can be managed and minimized through the understanding of the biological processes, responsible management and the effective site establishment of farms. In general two types of biological waste are

produced by aquaculture farms: solids, which include mainly faeces and uneaten feed; and soluble, including dissolved nitrogen and phosphorous from metabolism.

The organic matter in the effluents from aquaculture farms should, in quantity and quality, be capable of assimilated by the ecosystem, thereby not producing negative effects on the local environment. If the entry of these substances into the environment surpasses the natural assimilation capacity of the ecosystem, severe impacts, such as eutrophication, oxygen depletion and the alteration of local biodiversity, can occur both in the water column and in the benthic substrate.

It has been argued that the quantities of nutrients (phosphorus and nitrogen) released from aquaculture are small relative to the total discharges from human activity. As an example P and N loads into the Mediterranean from agriculture were estimated at 976 000 t/y and 1 570 000 t/y respectively, as contrasted to 394 t/y and 8 678 t/y attributed to aquaculture (Izzo, 2001).

The most serious problems created by the operation of fish farms in floating cages is the high organic matter supply under and close to fish cages which is resulting in a decrease of benthic meiofauna biomass and the impoverishment of species diversity. The abundance and diversity of the main meiofaunal groups (Nematoda, Harpacticoidea, Polychaeta, Turbellaria, Bivalvia) gradually increases from the fish farm to the direction of the unaffected area. This distance, in many sites of Greek farms in floating cages does not exceed the 100 m.

In many places the normal practice to reduce the environmental impacts of a fish farm to benthic communities is to remove periodically the floating cages from one site to another and the sediments allowed to fallow. The estimated recovery time of the environment prior to its earlier state after fish farming ceases varies between a few months and five years, depending on the scale and duration of the fish farming activity, and the geography of the area

Sometimes the over feeding of the farmed fish results in amounts of uneaten feed supporting populations of visiting fish around the site, which in turn limit environmental impact of uneaten food.

In order to reduce the amount of dissolved water nutrients due to aquaculture practices, seaweed and filter-feeder biofilters can be used to remove ammonia and phosphorus, and oxygenate surrounding water (Krom *et al.*, 1995; Troell *et al.*, 1997; Chopin *et al.*, 1999; Soto & Mena, 1999; Jones *et al.*, 2001; Marinho-Soriano *et al.*, 2002; Neori *et al.*, 2004). The seaweed *Porphyra sp.* or *Laminaria sp.* can be used as excellent nutrient pumps, as well as a high-value cash crop that can be integrated into salmon farming operations (Chopin *et al.*, 1999).

Decisions to develop or stop further deployment of aquaculture facilities should be managed case by case. Hydrodynamic and ecological studies should be conducted. Areas which contain significant communities of sea grass meadows should be considered as incompatible with the establishment of aquaculture facilities. The settlement of cages in exposed areas, located away from the coastal shore, in open sea should be encouraged. The attraction of local fauna by the aquaculture structures should be considered in the management of farms. The attraction of predators and scavengers should be managed.

PROBLEMS CREATED BY THE ESCAPING CULTIVATED SPECIES

Some negative effects associated with domestication are related to the emergence of genetic drift and inbreeding problems (Falconer, 1989; Agnese *et al.*, 1995), due to the fact that normally in captivity, only a small population of parents is maintained. Moreover, in the case of the escape of farmed organisms obtained from domesticated parents, the local ecology might be imbalanced and dislodged through interactions between domesticated and wild organisms, eventually resulting in reductions in the size of wild populations, and negative consequences on their genetic variability.

New methods and techniques need to produce non-viable varieties of species, in order to make them sterile, unable to survive in wild conditions, and incapable of reproduction and cross-breeding with wild stocks (Brake *et al.*, 2004; Omoto *et al.*, 2005; Cal *et al.*, 2006; Gagnaire *et al.*, 2006). Modern genomic technologies can help traditional selective breeding techniques by accelerating the procedures.

PATHOGEN TRANSFER

Aquaculture farms are generally open systems in which pathogens can flow in and out, and interact with wild populations. Although cases of pathogen transfer between wild and aquacultured organisms, and vice-versa, are rare in the Mediterranean, the growing importance of aquaculture increases the risk of this happening. This risk is certainly high in the case of the introduction of alien species that might transfer diseases especially virulent for the local populations.

EFFECTS ON LOCAL FAUNA AND FLORA

The interaction of aquaculture with nearby wild fauna and flora is of concern in relation to its development.

In some cases, aquaculture facilities, especially floating cages, have adverse impacts on local fragile or sensitive species, such as seagrass meadows (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina*). On the other hand, farm operations might attract local fauna and even have positive effects on fish populations and productivity.

WAYS TO AVOID NEGATIVE INFLUENCES OF THE AQUACULTURE ACTIVITIES TO THE ENVIRONMENT

Environmental Impact Assessments should be carried out to detect any possible effect on the wild ecosystem while decisions to develop or stop further deployment of aquaculture facilities should be managed case by case. Hydrodynamic and ecological studies should be conducted. Areas which contain significant communities of sea grass meadows should be considered as incompatible with the establishment of aquaculture facilities. The settlement of cages in exposed areas, located away from the coastal shore, should be encouraged. The attraction of local fauna by the aquaculture structures should be considered in the management of farms. The attraction of predators and scavengers should be managed.

Mitigation of Organic Effluents

Aquaculture farm site selection should take into account the effects of organic effluents. Polyculture as a practice that recaptures and gives value to organic matter should be encouraged. The creation of biological systems that absorb organic matter

should be promoted. Research to optimise the recovery, disposal and re-use of solid waste should be encouraged. The development of recirculation systems should be promoted.

Moderate Chemical Usage

Aquaculture sanitary policies should be based on preventative and prophylactic measures. The use of therapeutants should be managed correctly to minimize possible detrimental effects on the natural environment. The use of antibiotics as a prophylactic method should be avoided. More effective and safer veterinary medicines should be made available to the aquaculture industry. A precise laboratory diagnosis of the diseases should be established prior to treatment with antibiotics. Only legally licensed antibiotics should be used. The use of persistent chemicals should be reduced. Plans should be established to prevent the development of microbial resistance to antibiotics.

Health Management and Welfare

It is necessary to improve the health status of farms all the fish farms are to be on an agreed acceptable level of fish welfare the killing (for any reason, e.g. harvesting, diseases) is done according to approved methods. To use approved method for the slaughter of fish. To use method of slaughter minimizes stress to fish and meets welfare ideals. Harvesting includes all operations – capture, stunning and bleeding. The health management of a fish farm in floating cages include following.

CONCLUSION

Since sustainability is a continuous and not static process, we cannot certify sustainable aquaculture development, but only sustainable activities. Many specific projects are funded by the E.U, FEAP, FAO/ GFCM – CAQ and many European countries focused on the ways to achieve a sustainable development of the European aquaculture. The main goal is to established clear and measurable indicators for the sustainability in order to support the decision makers, the aquaculture producers and the stakeholders with the adequate tools to apply a sustainable aquaculture development.

The main thematic areas are for:

- Economic Viability
- Improvement of Public Image
- Adequate Use of Natural Resource
- Health Management and Welfare of cultivated fish
- Environmental Standards
- Adequate use of Human Resources
- Biodiversity

The numbers of indicators identified for the above thematic areas are

12 for Economic Viability,

14 for Improvement of Public Image

8 for Adequate Use of Natural Resource

9 for Health Management and Welfare of cultivated fish,

7 for Environmental Standards,
7 for adequate use of Human Resources,
5 for Biodiversity

What is important is to continue the effort for identification and adaptation of new indicators, because of the complexity of the whole subject of sustainability. This situation, according to my opinion, incorporates the danger to lead to a total confusion as the sustainability is a highly promising concept but a very difficult one to apply to the natural resources and activities.

Thank you for your attention.

BIBLIOGRAPHY

- Agnese, J.-F., Oteme, Z.J. and Gilles, S., 1995. Effects of domestication on genetic variability, fertility, survival and growth rate in a tropical siluriform: *Heterobranchus longifilis* Valenciennes 1840. *Aquaculture*, 131: 197-204.
- Brake, J., Davidson, J., Davis, J., 2004. Field observations on growth, gametogenesis, and sex ratio of triploid *Mytilus edulis*. *Aquaculture*, 236: 179-191.
- Cal, R.M., Vidal, S., Gómez, C., Álvarez-Blázquez, A., Martínez, P., Piferrer, F., 2006. Growth and gonadal development in diploid and triploid turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 251: 99-108.
- Chopin, T., C. Yarish, R. Wilkes, E. Belyea, S. Lu, and A. Mathieson., 1999. Developing *Porphyra*/salmon integrated aquaculture for bioremediation and diversification of the aquaculture industry. *J. Applied Phycology*, 11:463–472.
- Davenport, J., Black, G., Burnell, G., Cross, T., Culloty, S., Ekaratne, S., Furness, B., Mulcahy, M. and Thetmeyer, H., 2003. *Aquaculture: the ecological issues*. *British Ecological Society: Ecological Issues Series (Blackwell Science Ltd)* 89 pages.
- Falconer, D.S., 1989. *Introduction to Quantitative Genetics*, 3rd edn. Longman, New York.
- Gagnaire, B., Soletchnik, P., Madec, P., Geairon, P., Le Moine, O., Renault, T., 2006. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: Difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters. *Aquaculture*, 254: 606-616.
- García-Gómez, A., M.V. Díaz, F. de la Gándara, J.M. de la Serna, A. Belmonte, E. Ayora, H. Gordin, C. Fauvel, A. Medina, C. Bridges, R. Vassallo-Agius, C. Mylonas and G. De Metrio, 2005. Posibilidades de reproducción del atún rojo, *Thunnus thynnus*, en cautividad. *Actas del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia)*. Univ. Politécnica de Valencia: 358-359.
- Hair, C., Bell, J. & Doherty, P. 2002. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and its application to coral reef fishes. In R.R. Stickney & J. McVey, eds. *Responsible Marine Aquaculture*, pp. 327-351. Wallingford, England, CAB International.
- Iglesias, J., J.J. Otero, C. Moxica, L. Fuentes and F.J. Sánchez, 2004. The completed life cycle of the octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier) under culture conditions: paralarval rearing using *Artemia* and zoeae, and first data of juvenile growth up to 8 months of age. *Aquaculture Internacional*. 12: 481-487.

- Jerez, S., M. Samper, F.J. Santamaria, J. Villamandos, J. Cejas and B. Felipe, 2006. Natural spawning of greater amberjack (*Seriola dumerili*) kept in captivity in the Canary Islands. *Aquaculture* 252: 199-207.
- Jones, A.B., Dennison, W.C., Preston, N.P., 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture*, 193: 155–178.
- Krom, M.D., S. Ellner, J. van-Rijn and A. Neori, 1995. Nitrogen and phosphorus cycling and transformations in a prototype “non-polluting” integrated mariculture system, Eliat, Israel. *Mar.Ecol. Prog. Ser.*, 118:25-36.
- Leonart, J. and J. Majkowski, 2005. Summary report on bluefin tuna capture fishing for farming/fattening in the Mediterranean. In: *GFCM/ICCA ICCAT Working Group on sustainable Tuna Farming/Fattening practices in the Mediterranean*. Rome, 16-18 March 2005.
- Lovatelli, A., 2005. Summary report on the status of bluefin tuna aquaculture in the Mediterranean. In: *GFCM/ICCA ICCAT Working Group on sustainable Tuna Farming/Fattening practices in the Mediterranean*. Rome, 16-18 March 2005.
- Marinho-Soriano, E., Morales, C., Moreira, W.S.C., 2002. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. *Aquac. Res.*, 33, 1081–1086.
- Marino, G., E. Panini, A. Longobardi, A. Mandich, M.G. Finoia, Y. Zohar and C. Mylonas, 2003. Induction of ovulation in captive-reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), with a sustained-release GnRH α implant. *Aquaculture*, 219 (1-4): 841-858.
- Mylonas, C., N. Papandroulakis, A. Smboukis, M. Papadaki and P. Divanach, 2004. Induction of spawning of cultured greater amberjack (*Seriola dumerili*) using GnRH α implants. *Aquaculture*, 237: 141-154.
- Nash, C.E., P.R. Burbridge, and J.K. Volkman (editors). 2005. Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. U.S. Dept. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-71, 90 p
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M., Yarish, C., 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361–391
- Omoto, N., Maebayashi, M., Adachi, S., Arai, K., Yamauchi, K., 2005. Sex ratios of triploids and gynogenetic diploids induced in the hybrid sturgeon, the bester (*Huso huso* female x *Acipenser ruthenus* male). *Aquaculture*, 245: 39-47.
- Ottolenghi, F, C. Silvestri, P. Giordano, A. Lovatelli and M.B. New, 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. Rome: FAO, 308 pp.
- Soto, D. and Mena, G., 1999. Filter feeding by the freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. *Aquaculture*, 171: 65–81.
- Troell, M., C. Halling, A. Nilsson, A. H. Buschmann, N. Kautsky, and L. Kautsky. 1997. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output. *Aquaculture* 156:45–61.

Van Ginneken, V.J.T. and G. E. Maes, 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its Lifecycle, Evolution and Reproduction: A Literature Review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 15(4): 367-398.

IFFO 2002. Report of the International fish meal and fish oil Organization

Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ ΣΤΟ ΕΝΙΑΙΟ ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Νίκος. Αναγνόπουλος
Ιχθυολόγος Γεν. Δ/ντής Lamans S.A.

Με τον κανονισμό 834/2007 της Ε.Ε. υιοθετήθηκε για πρώτη φορά η έννοια της βιολογικής υδατοκαλλιέργειας και προβλέφθηκαν οι βασικές αρχές αυτής. Βρίσκονται σε εξέλιξη συζητήσεις για την ψήφιση και εφαρμογή από 1.1.2009 εφαρμοστικού κανονισμού. Με τον τρόπο αυτό επιχειρείται να εφαρμοσθεί ένα ενιαίο καθεστώς ίδρυσης και λειτουργίας μονάδων βιολογικής υδατοκαλλιέργειας σε κοινοτικό επίπεδο αντί των μέχρι σήμερα μεμονωμένων εθνικών ή ιδιωτικών προτύπων. Πληθώρα θεμάτων που θα καθορίσουν τους κανόνες λειτουργίας, ειδικότερα των μονάδων θαλάσσιων ιχθυοκαλλιεργειών, είναι υπό συζήτηση όπως:

Γενικά: Ελάχιστη απόσταση μονάδας βιολογικής από συμβατική. Ελάχιστη απόσταση πυθμένα θάλασσας και πυθμένα διχτού. Ελάχιστο βάθος θάλασσας. Μέγιστη δυναμικότητα ανά μονάδα. Ταχύτητα θαλάσσιων ρευμάτων. Εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Καθορισμός θέσης εγκατάστασης a priori. Μεταφορά προϊόντων.

Ιχθυογεννητικού Σταθμού: Προέλευση γεννητόρων. Χρήση ορμονών. Χρήση φωτοπεριόδου. Κλειστά ή ανοικτά κυκλώματα κυκλοφορίας νερού, Χρήση υβριδίων – triploids – polyploids. Τροφή. Θεραπείες ασθενειών.

Εκτροφή: Πυκνότητα εκτρεφόμενων ψαριών. Τροφή. Χρήση φυτικής προέλευσης πρωτεϊνών (%). Χρήση συνθετικών αμινοξέων. Χρήση αντιοξειδωτικών. Χρήση προβιοτικών. Χρήση ιχθυάλεων από υπεύθυνη αλιεία. Χρήση υπολειμμάτων παραλιευμάτων. Χρήση χρωστικών (φυσικές – συνθετικές). Μέγιστη περιεκτικότητα σε φώσφορο. Μέθοδοι θεραπείας ασθενειών. Χρήση αναισθητικών. Χορήγηση αντιπαρασιτικών. Χορήγηση αντιβιοτικών. Χορήγηση ομοιοπαθητικών φαρμάκων. Μέθοδος θανάτωσης – πάγος. Συνεχής καταγραφή περιβαλλοντικών παραμέτρων (monitoring). Όριο κατανάλωσης ενέργειας. Χρήση τσιμέντινων δεξαμενών. Κλειστά ή ανοικτά κυκλώματα κυκλοφορίας νερού,. Χρήση O₂ /αερισμού. Χρήση χημικών ουσιών προστασίας των διχτών (antifouling). Διαχείριση αρπακτικών (predators).

Κοινωνική Υπεθυνότητα: Δικαιώματα εργαζομένων. Συνεργασία φορέων που διαχειρίζονται την ίδια περιοχή εγκατάστασης της ιχθυοκαλλιεργητικής μονάδας.

Σε κάθε περίπτωση οι όροι και προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας μονάδων βιολογικής θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας πρέπει να κάνουν ευδιάκριτα τα χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματά τους στους καταναλωτές, ενώ δεν θα δημιουργούνται πρόσθετες αμφισβητήσεις για τα συμβατικά ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας.

ORGANIG AQUACULTURE: IN FRONT OF A EUROPEAN REGULATION

Nikos. Anagnopoulos
Ichthyologist Gen. Director Lamans S.A.

In Council Regulation (EC) No. 834/2007, the meaning of organic aquaculture was introduced for the first time and the basic principles of that activity were provided. There are some conversations in progress for the adoption and application of an implementing Regulation from 1.1.2009. This way, it is attempted to apply a common regime for the establishment and operation of organic aquaculture farms in EU level, instead of the detached national or private standards, which already exist. Many topics which will determine the operation rules, especially those of marine aquaculture, are subject of discussion, such as: Minimum distance between organic and conventional farms, Minimum distance between sea bottom and bottom of the net, Minimum sea depth, Maximum production per site, Sea current speed, Elaboration of Environmental Impact Assessment a priori, Transportation of products, Origin of broodstock, Use of hormones, Use of photoperiod, Close or open water flow circulation systems, Use of hybrids – triploids – polyploids, Feed, Disease treatment, Fattening density, Feed, Use of proteins of plant origin (%), Use of synthetic amino acids, Use of antioxidants, Use of prebiotics, Use of fish meals from responsible fisheries, Use of trimmings/ by catches/ whole fish, Use of pigments (natural – synthetic), Maximum content in phosphorus, Disease treatment, Use of anesthetics, Use of antiparasitic drugs, Use of antibiotics, Use of homeopathic drugs, Slaughter method - ice, Continuous monitoring of environmental parameters, Limit for the consumption of energy, Use of cement tanks, Close or open water flow circulation systems, Use of O₂/air ventilation, Use of antifouling, Management of predators, Employees rights, Holding entities. In any case, the terms and conditions for the establishment and operation of organic sea aquaculture farms must make distinct the characteristics and advantages of them to the consumers, while no more disputes will arise for the fishes of conventional aquaculture.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (Π.Ο.Α.Υ.) – ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ιωάννα .N. Αργυρού
«NAYS Ε.Π.Ε. – Σύμβουλοι Επιχειρησιακής Ανάπτυξης»
Λ. Θησέως 73, ΤΚ 17671, Καλλιθέα, E-mail: J.Argyrou@nays.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για την αειφορική ανάπτυξη του κλάδου της υδατοκαλλιέργειας υπάρχει επιτακτική ανάγκη αφ' ενός μεν χωροταξικής και περιβαλλοντικής ένταξης της δραστηριότητας αυτής και αφ' ετέρου διαμόρφωσης ενός διαχειριστικού πλαισίου, στα πλαίσια της Στρατηγικής της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης της Παράκτιας Ζώνης. Η αναγκαιότητα ίδρυσης "Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιέργειών" (Π.Ο.Α.Υ.) προκύπτει από τις διατάξεις του Νόμου 2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις». Ως Π.Ο.Α.Υ. χαρακτηρίζονται θαλάσσιες και χερσαίες περιοχές, που είναι πρόσφορες για υδατοκαλλιέργεια με βάση τα περιβαλλοντικά - οικολογικά χαρακτηριστικά τους καθώς και τις κατευθύνσεις του χωροταξικού σχεδιασμού. Ο εντοπισμός κατάλληλων περιοχών για την δημιουργία Π.Ο.Α.Υ., γίνεται μέσω της συνεκτίμησης ποικίλων παραμέτρων (π.χ. έρευνα στοιχείων φυσικού περιβάλλοντος, συμβατότητα χρήσεων γης, κατάσταση κλάδου κ.α.). Ως αποτέλεσμα διαμορφώνεται η τελική πρόταση ζωνών Π.Ο.Α.Υ. (θαλάσσιων-χερσαίων). Η προσέγγιση αυτή οδηγεί στην διαμόρφωση διαχειριστικών προτάσεων με σκοπό τον ορθολογικό σχεδιασμό της υδατοκαλλιέργειας και αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τους επενδυτές, τις υπηρεσίες σχεδιασμού και τους λοιπούς εμπλεκόμενους φορείς (τοπική κοινωνία κ.α.).

AREAS OF ORGANISED DEVELOPMENT OF AQUACULTURE ACTIVITIES (P.O.A.Y.) – SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Ioanna N. Argyrou.
Nays LTD. Project Planning and Development Consultants

ABSTRACT

For the sustainable development of aquaculture, there exists a strong need for the spatial and environmental integration of the sector, as well as for the formulation of a planning framework in the context of Integrated Coastal Zone Management (ICZM). The necessity in establishing "Areas of Organised Development of Aquaculture Activities" arises from the provisions of the Law 2742/1999 "Spatial Planning and Sustainable Development and other provisions". POAY is a term describing coastal and terrestrial areas, suitable for aquaculture activities considering the environmental - ecological characteristics and the spatial scheme directions. The detection of appropriate areas for the establishment of POAY, is the outcome of multiple factor evaluations (e.g. survey of environmental parameters, compatibility of uses, state of sector etc). This results in the formulation of the final proposal for the POAY zones (marine - land). That approach leads to the formulation of planning proposals that aim at the rational development of aquaculture which constitutes a valuable tool for aquaculture planning, governing authorities and other stakeholders (local community etc).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υδατοκαλλιέργεια εντάσσεται στις δυναμικές παραγωγικές δραστηριότητες, οι οποίες συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη των παράκτιων κυρίως περιοχών μέσω της παραγωγής προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας αλλά και στον κοινωνικό τομέα με την δημιουργία θέσεων εργασίας.

Η υδατοκαλλιέργεια εξαπλώθηκε ραγδαία τα τελευταία 20 χρόνια στην χώρα μας λόγω συγκριτικών πλεονεκτημάτων για την ανάπτυξή της. Έως σήμερα η επιλογή του χώρου εγκατάστασης μίας μονάδας υδατοκαλλιέργειας γίνεται κύρια με βάση: (α) την καταλληλότητα του φυσικού περιβάλλοντος, (β) τη συμβατότητα με τις υφιστάμενες και προγραμματισμένες χρήσεις και (γ) την υφιστάμενη υποδομή στον χερσαίο χώρο.

Ο περαιτέρω δυναμικός αναπτυξιακός σχεδιασμός του τομέα της υδατοκαλλιέργειας προϋποθέτει την αρμονική συνύπαρξη των διαφόρων χρήσεων της παράκτιας ζώνης και την διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης.

Τα βασικά εργαλεία για την αιφορική ανάπτυξη του κλάδου της υδατοκαλλιέργειας είναι ο χωροταξικός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση ενός διαχειριστικού πλαισίου στα πλαίσια της Στρατηγικής της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης της Παράκτιας Ζώνης. Ωστόσο, η πετυχημένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης βασίζεται αφ' ενός μεν στη σωστή καταγραφή του φυσικού οικοσυστήματος, στην κατανόηση των φυσικών διεργασιών του και της δυναμικής του και αφ' ετέρου στην ολοκληρωμένη προσέγγιση του κοινωνικοοικονομικού συστήματος της περιοχής.

Οργανωμένες περιοχές ανάπτυξης υδατοκαλλιεργειών σε συνδυασμό και με άλλες χρήσεις υπάρχουν σε χώρες της Ευρώπης όπως η Ιρλανδία (Συντονισμένα Σχέδια Διαχείρισης Τοπικής Υδατοκαλλιέργειας - C.L.A.M.S.), η Σκωτία (Σχέδια Τοπικής Διαχείρισης - A.M.A's) κ.α. Στα πλαίσια λειτουργίας τέτοιων διαχειριστικών σχεδίων προωθούνται μέτρα για την περιβαλλοντική προστασία, τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος, τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σχετικών με την υδατοκαλλιέργεια τα οποία είναι διαθέσιμα στην τοπική κοινωνία. Όλα τα παραπάνω συντελούν στη διευκόλυνση της διαδικασίας διαβούλευσης με τον τοπικό πληθυσμό, για τις υφιστάμενες αλλά και μελλοντικές επενδύσεις, εξασφαλίζοντας την πετυχημένη ένταξη της υδατοκαλλιέργειας στην παράκτια ζώνη, στα πλαίσια μιας αιφορικής ανάπτυξης.

Το νομοθετικό πλαίσιο που υπαγορεύει την αναγκαιότητα ίδρυσης "Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών" (Π.Ο.Α.Υ.) στην Ελλάδα είναι ο Νόμος 2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αιφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις». Ως Π.Ο.Α.Υ. χαρακτηρίζονται θαλάσσιες και χερσαίες περιοχές, που είναι πρόσφορες για την ανάπτυξη κύρια της υδατοκαλλιέργειας, όπου μπορούν και πρέπει να εντάσσονται και άλλες χρήσεις, όπως η ελεγχόμενη αλιεία, ο καταδυτικός και εναλλακτικός τουρισμός κ.λπ. διασφαλίζοντας παράλληλα τις κατευθύνσεις του χωροταξικού σχεδιασμού και την ανάδειξη των περιβαλλοντικών – οικολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις διατάξεις του νόμου αυτού εκπονήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ το έτος 2000, το «Στρατηγικό Πλαίσιο για την Υδατοκαλλιέργεια» το οποίο πρότεινε ευρύτερες περιοχές για την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας σε εθνικό επίπεδο.

Ωστόσο, οι βασικές χωροταξικές κατευθύνσεις για τις Π.Ο.Α.Υ. στο σύνολο της χώρας εδόθησαν στα θεσμοθετημένα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις της υπ' αριθ. 17239 Απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΦΕΚ 1175B/11-9-2002) βάσει της οποίας καθορίστηκαν τα δικαιολογητικά, οι διαδικασίες, οι προϋποθέσεις και τα περιεχόμενα μελετών και στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος ΑΛΙΕΙΑ 2000-2006 εκπονήθηκαν μελέτες για τον καθορισμό των Π.Ο.Α.Υ. σε 6 (έξι) περιοχές και σήμερα είναι στη φάση της διαβούλευσης.

Οι περιοχές όπου οι ανωτέρω μελέτες εκπονήθηκαν είναι: Β. Ευβοϊκός – Μαλιακός Κόλπος, Νότιος Ευβοϊκός, Ακτές Νομού Θεσπρωτίας, Εχινάδες Νήσοι (Ιόνια Νησιά – Δυτική Ελλάδα), Θερμαϊκός Κόλπος, Περιφέρεια Αττικής.

Οι μελέτες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κάθε ενδιαφερόμενο (π.χ. Νομαρχιακές και Δημοτικές Αυτοδιοικήσεις, Υδατοκαλλιεργητές κ.λπ.) με ενεργοποίηση της ανωτέρω Υπουργικής Απόφασης. Συγκεκριμένα, για τον χαρακτηρισμό και την οριοθέτηση των Π.Ο.Α.Υ. απαιτείται η υποβολή δικαιολογητικών όπως προτάσεις καθορισμού Π.Ο.Α.Υ., μελέτη βιωσιμότητας και επιχειρηματικό σχέδιο οργάνωσης και λειτουργίας του φορέα ίδρυσης και εκμετάλλευσης της Π.Ο.Α.Υ.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ Π.Ο.Α.Υ.

Ο εντοπισμός και η ανάδειξη κατάλληλων περιοχών (θαλάσσιων και χερσαίων ζωνών) για την χωροθέτηση και λειτουργία Π.Ο.Α.Υ. με σκοπό την ένταξη λειτουργουσών και την ίδρυση νέων επιχειρήσεων υδατοκαλλιέργειας, καθώς και των υποδομών υποστήριξής τους, γίνεται συνεκτιμώντας: (α) τα αποτελέσματα της έρευνας του φυσικού περιβάλλοντος, (β) την αξιολόγηση των υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων μελλοντικών χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης, (γ) τα δημογραφικά χαρακτηριστικά (απασχόληση, ανεργία), (δ) τις υπάρχουσες υποδομές (οδικό δίκτυο/λιμενικές εγκαταστάσεις και αλιευτικά καταφύγια), (ε) τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των ακτών (προσβασιμότητα κλπ), (στ) τις οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες, (ζ) τις θεσμοθετημένες ζώνες προστασίας, (η) τις θέσεις των υφιστάμενων μονάδων υδατοκαλλιέργειας και των χερσαίων εγκαταστάσεων υποστήριξής τους.

Στα πλαίσια αυτά γίνεται έρευνα των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος, με δειγματοληψίες και παρατηρήσεις πεδίου και αξιοποίηση της διαθέσιμης ερευνητικής ή άλλης επιστημονικής πληροφορίας. Άλλες παράμετροι που λαμβάνονται υπ' όψη και αξιολογούνται είναι τα μετεωρολογικά-κλιματολογικά στοιχεία καθώς και ο κυματισμός, τα επιφανειακά και υπόγεια νερά, τα θαλάσσια ρεύματα και η παλίρροια. Σημαντική είναι επίσης η καταγραφή των τύπων οικοτόπων, της χλωρίδας και της πανίδας (χερσαίας-θαλάσσιας), των περιοχών ειδικού καθεστώτος προστασίας (π.χ. περιοχές δικτύου NATURA 2000, φυσικού κάλλους, κλπ) και των κυριότερων πηγών ρύπανσης.

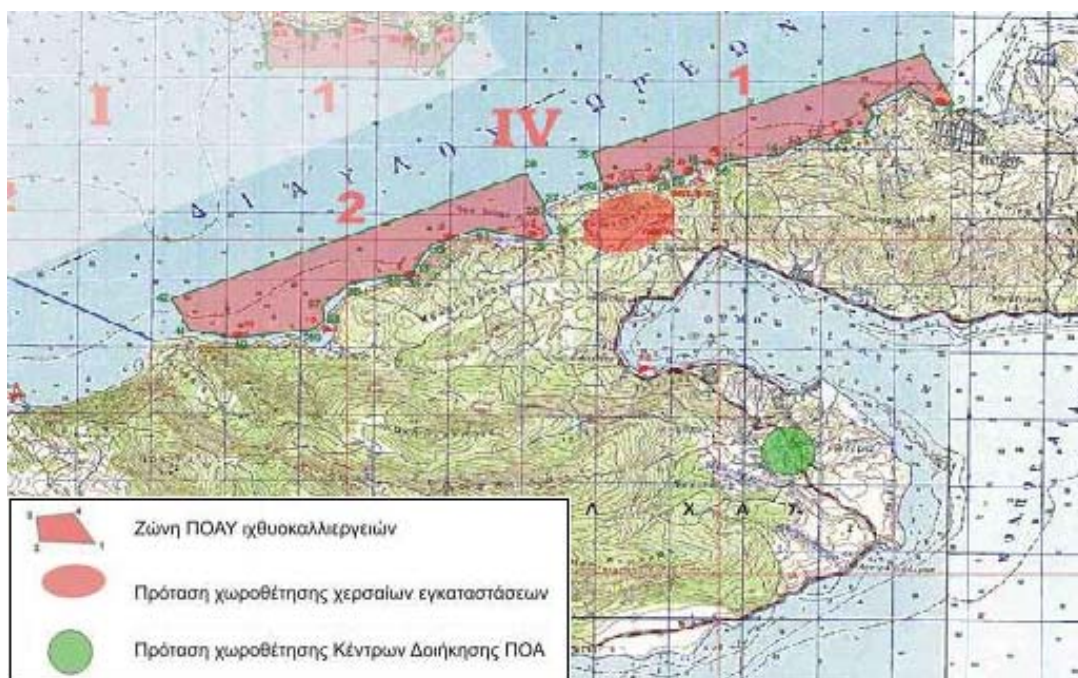
Η αξιολόγηση των ανωτέρω γίνεται με επιτόπιες επισκέψεις, καταγραφές, συνεργασίες και συζητήσεις με τις αρμόδιες Υπηρεσίες καθώς και τους ερευνητικούς, παραγωγικούς και μη φορείς της περιοχής.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι για το σχεδιασμό της κάθε Π.Ο.Α.Υ., χρησιμοποιείται θεωρητικό μοντέλο, το οποίο προσδιορίζεται από την μελετητική ομάδα λαμβάνοντας υπ' όψιν την κείμενη νομοθεσία (Υπ' αριθμ. 258800/10-9-99 Εγκύκλιος του Υπουργείου Γεωργίας και ΥΠΕΧΩΔΕ, όπως τροποποιήθηκε με την υπ'

αριθμ. 145320/10-10-02 Εγκύκλιο), την οικονομική βιωσιμότητα των μονάδων (βάσει τεχνικοοικονομικής ανάλυσης που γίνεται στα πλαίσια των εν λόγω μελετών). Έτσι, προκύπτει η δυναμικότητα με την οποία συναρτάται η βιωσιμότητα μονάδων εκτροφής και κατ' επέκταση το εμβαδόν των θαλάσσιων χώρων που απαιτούνται για την δημιουργία μονάδων υδατοκαλλιέργειας. Τελικά, προτείνεται ο αριθμός των πάρκων εκτροφής (μονάδες) και η δυναμικότητά τους και κατά συνέπεια υπολογίζεται η έκταση και η δυναμικότητα κάθε Π.Ο.Α.Υ.

Παράλληλα, απεικονίζονται σε χάρτες η υφιστάμενη κατάσταση, οι προτεινόμενες ζώνες Π.Ο.Α.Υ. (θαλάσσιες-χερσαίες) καθώς και οι υποστηρικτικές τους εγκαταστάσεις στην αιγιαλίτιδα ζώνη.

Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται ενδεικτικά τμήμα προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ.



Εικ. 1. Τμήμα της προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ IV στον Β. Ευβοϊκό Κόλπο

(Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2005, Ανάδοχος: ΝΑΥΣ Ε.Π.Ε.)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΩΝ Π.Ο.Α.Υ. - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συνεκτιμώντας, λοιπόν, όλες τις ανωτέρω παραμέτρους προτείνονται στην περιοχή μελέτης, Π.Ο.Α.Υ. Αυτές αποτελούνται από μία ή περισσότερες θαλάσσιες και χερσαίες ζώνες. Κατά τον σχεδιασμό ζωνών Π.Ο.Α.Υ., εξετάζονται διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Ο μελετητής στον τελικό σχεδιασμό παρουσιάζει τεκμηριωμένα την κύρια προτεινόμενη Π.Ο.Α.Υ. με τις ζώνες της, καθώς και τις εναλλακτικά προτεινόμενες Π.Ο.Α.Υ. με τις ζώνες τους.

Οι προτεινόμενες θαλάσσιες ζώνες περιλαμβάνουν: (α) Την έκταση και τη δυναμικότητα της κάθε ζώνης, (β) τον αριθμό των πάρκων εκτροφής, την έκταση και τη δυναμικότητα του κάθε πάρκου εκτροφής, (γ) τα είδη προς εκτροφή και (δ) τους τύπους καλλιέργειας.

Οι προτεινόμενες χερσαίες ζώνες περιλαμβάνουν: (α) τις υφιστάμενες χερσαίες εγκαταστάσεις υποστήριξης (συσκευαστήρια, Κέντρα Αποστολής Οστράκων, γραφεία,

αποθήκες κ.λπ.) που έχουν αδειοδοτηθεί και λειτουργούν νόμιμα, (β) την επέκταση των υφισταμένων και την ίδρυση νέων χερσαίων εγκαταστάσεων υποστήριξης, (γ) την επέκταση και τη δημιουργία νέων μονάδων ιχθυογεννητικών σταθμών, (δ) τη δημιουργία υποδομών διοίκησης για τη λειτουργία του φορέα διαχείρισης της Π.Ο.Α.Υ., (ε) ζώνες επί του αιγιαλού και παραλίας για τη δημιουργία υποδομών φύλαξης και πρόσβασης προς το θαλάσσιο χώρο, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον Ν. 2971, “Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 285/19-12-01). Οι περιοχές που προτείνονται για τις χερσαίες εγκαταστάσεις θα πρέπει να τηρούν τις προϋποθέσεις της πολεοδομικής Νομοθεσίας.

Τέλος, προτείνονται έργα και ρυθμίσεις για τη λειτουργική σύνδεση της Π.Ο.Α.Υ. με την ευρύτερη περιοχή (π.χ. υποδομές πρόσβασης όπως οδοί προσπέλασης, λιμενικά έργα) καθώς και η ένταξη λοιπών δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με την κύρια προτεινόμενη χρήση της υδατοκαλλιέργειας όπως: η οικοτουριστική δραστηριότητα, πολυκαλλιέργεια ευρύλων ειδών και οστρακοειδών, ερασιτεχνική αλιεία, υποβρύχια αλιεία, καταδυτικός τουρισμός κ.λπ.

Με τη δημιουργία Π.Ο.Α.Υ. αναμένεται να προκύψουν πολλαπλά οφέλη στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα αφού ειδικοί στόχοι της χωροταξικής πολιτικής προωθούν τη σύζευξη πρωτογενούς, δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα. Η οργάνωση των υδατοκαλλιεργειών σε θαλάσσιες περιοχές με την φυσική ομορφιά που χαρακτηρίζει το σύνολο της παράκτιας ζώνης της χώρας μας, θα συντελέσει στην ανάπτυξη νέων μορφών τουρισμού στις περιοχές αυτές. Η χωροθέτηση της δραστηριότητας σε συγκεκριμένες ζώνες Π.Ο.Α.Υ., εγγυάται την αρμονική ένταξή της στην ευρύτερη περιοχή και ελαττώνει τις συγκρούσεις χρήσεων γης. Επίσης, επιτυγχάνεται ο περιορισμός και η πρόληψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την λήψη σειράς μέτρων και ρυθμίσεων, όπως monitoring του θαλάσσιου περιβάλλοντος (καθορισμός μόνιμου συστήματος παρακολούθησης των περιβαλλοντικών παραμέτρων της περιοχής της κάθε Π.Ο.Α.Υ.), εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας, χρήση ιχθυοτροφών νέου τύπου, αγρανάπαυση, κ.α.

Το έργο της διοίκησης και διαχείρισης της Π.Ο.Α.Υ., βάσει της κείμενης νομοθεσίας, θα αναλάβει ο φορέας της Π.Ο.Α.Υ. Ο φορέας αυτός μπορεί να είναι οποιασδήποτε νομικής μορφής. Στο φορέα μπορούν να συμμετέχουν φυσικά πρόσωπα ή νομικά πρόσωπα του ιδιωτικού ή/και του ευρύτερου δημόσιου τομέα καθώς και ενώσεις, σύνδεσμοι, κοινοπραξίες των ανωτέρω σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις. Στον φορέα της Π.Ο.Α.Υ. θα παραχωρηθούν κατά χρήση με μακρόχρονη μίσθωση οι θαλάσσιες και χερσαίες εκτάσεις της υπό δημιουργία Π.Ο.Α.Υ. Οι επιχειρήσεις που θα ενταχθούν στην Π.Ο.Α.Υ. θα ωφεληθούν από τις διευκολύνσεις που θα παρέχει η Π.Ο.Α.Υ., ωστόσο θα έχουν και υποχρεώσεις στα πλαίσια του κανονισμού λειτουργίας.

Ο φορέας Π.Ο.Α.Υ. θα πρέπει να παρακολουθεί την ανάπτυξη του τομέα των υδατοκαλλιεργειών, όπως αυτή διαμορφώνεται σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο και ανταγωνιστικό διεθνές περιβάλλον.

Ο σχεδιασμός της Π.Ο.Α.Υ. που προτείνεται από τις μελέτες Π.Ο.Α.Υ. θέτει τους στόχους, οι οποίοι θα εξειδικευτούν κατά την εφαρμογή και υλοποίηση του σχεδιασμού από το φορέα διαχείρισης στα πλαίσια του κανονισμού λειτουργίας της Π.Ο.Α.Υ. Ο φορέας θα πρέπει να φροντίσει για την έκδοση όλων των απαιτούμενων αδειών καθώς και για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των έργων που απαιτούνται για τη λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. Τέτοια έργα αφορούν κύρια υποστηρικτικές εγκαταστάσεις (π.χ. Κτίριο

Διοίκησης Π.Ο.Α.Υ., πλωτές προβλήτες κ.ά). Ο κανονισμός λειτουργίας Π.Ο.Α.Υ. οριοθετεί σαφώς τις αρμοδιότητες τόσο των μελών όσο και του φορέα της Π.Ο.Α.Υ. και θεσπίζει μηχανισμούς συνεργασίας και συντονισμού ανάμεσα στα μέλη αλλά και μεταξύ των μελών και του φορέα ώστε να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τους κανόνες λειτουργίας της Π.Ο.Α.Υ. Ο φορέας μπορεί να παρέχει επί πληρωμή συμβατικές υπηρεσίες στα μέλη του. Τέτοιου είδους υπηρεσίες και εξυπηρετήσεις μπορεί να είναι: υπηρεσίες ιχθυολόγου, υπηρεσίες τεχνικού ασφαλείας, υπηρεσίες φύλαξης, υπηρεσίες τήρησης στοιχείων ελέγχου κατάστασης περιβάλλοντος.

Για την εύρυθμη λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. ο φορέας θα συντονίζει την επιθεώρηση και τον έλεγχο για: (α) την αυστηρή εφαρμογή και τήρηση της Απόφασης Έγκρισης των Περιβαλλοντικών Όρων της Π.Ο.Α.Υ., (β) την εφαρμογή και τήρηση της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων της κάθε μονάδας, (γ) την ορθολογική χρήση των υποδομών, (δ) την καθαριότητα των χερσαίων εγκαταστάσεων υποστήριξης, (ε) την τήρηση των κανόνων Υγιεινής των προϊόντων και ασφάλειας της εργασίας σύμφωνα με την εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία, (στ) τις ετήσιες εκθέσεις για την κατάσταση του περιβάλλοντος των θαλασσιών ζωνών της Π.Ο.Α.Υ., με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων του συστήματος παρακολούθησης των περιβαλλοντικών παραμέτρων και των αναλύσεων που θα γίνονται σε διαπιστευμένα εργαστήρια με στόχο την πρόληψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, (ζ) τις ετήσιες εκθέσεις για την κατάσταση της παραγωγής των θαλασσιών και χερσαίων ζωνών της Π.Ο.Α.Υ. με βάση τις δηλώσεις των παραγωγών – μελών της Π.Ο.Α.Υ.

Τα ανωτέρω κοινοποιούνται στις αρμόδιες Υπηρεσίες και είναι διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δημιουργία Π.Ο.Α.Υ. έχει σημαντικά οφέλη, τόσο σε κοινωνικό-οικονομικό όσο και περιβαλλοντικό-διαχειριστικό επίπεδο. Λόγω του συγκεντρωτικού χαρακτήρα της δραστηριότητας, επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας με την καθετοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Επιτυγχάνεται επίσης η ενίσχυση και στήριξη της επιχειρηματικότητας, η αύξηση του εισοδήματος, η μείωση της ανεργίας με την ενεργοποίηση του τοπικού δυναμικού, η αναβάθμιση, ο εκσυγχρονισμός και η βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και η προώθηση της τοπικής παραγωγής, που αυξάνει την προστιθέμενη αξία της και έχει σαν αποτέλεσμα την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας. Έτσι, η καινοτόμος επιχειρηματική δράση, σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος, την ποιότητα, την δικτύωση και τη διάχυση των καινοτόμων και πετυχημένων πρακτικών, θα διασφαλίσει τη βιωσιμότητα των υδατοκαλλιεργειών, μέσα από μια συνολική και ισορροπημένη προσέγγιση και θα βοηθήσει στην ανασυγκρότηση και οικονομική ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών με δημιουργία θέσεων απασχόλησης.

Συμπερασματικά, αναφέρεται ότι ο σχεδιασμός αυτός αποτελεί ένα πλαίσιο ανάπτυξης που διευκολύνει τη δημιουργία βιώσιμων επενδύσεων σε κατάλληλες θέσεις, αποσκοπεί στη διασφάλιση μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής αντίληψης για τις υδατοκαλλιέργειες και εξηγεί πως οι επενδυτές χρήστες, οι Υπηρεσίες σχεδιασμού και οι λοιποί εμπλεκόμενοι φορείς πρέπει να δουλεύουν προς την επίτευξη της κατεύθυνσης αυτής ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχής ένταξη της υδατοκαλλιέργειας στην παράκτια ζώνη στα πλαίσια μιας αειφορικής διαχείρισης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΚΘΕ 2000. *Ανάπτυξη και Χωροθέτηση των ιχθυοκαλλιεργειών της Περιφέρειας Στ. Ελλάδας*. Αθήνα, μελέτη για λογαριασμό της Περιφέρειας Στ. Ελλάδας, Υπεύθυνος: Δρ. Χ. Αναγνώστου, 162 σελ.
- ΥΠΕΧΩΔΕ 2000. *Στρατηγικό πλαίσιο κατευθύνσεων για την ανάπτυξη των θαλασσίων υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα-Α', Β', Γ' Φάση*.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2005. Μελέτη για τον καθορισμό Π.Ο.Α.Υ. στον Β. Ευβοϊκό και Μαλιακό Κόλπο. Ανάδοχος: ΝΑΥΣ Ε.Π.Ε.
- Αργυρού, Ι.Ν., Παπαιωάννου, Ε.Α., Καργιώτη Ε. 2005. Αποτελέσματα μελέτης “Καθορισμός Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών (Π.Ο.Α.Υ.) στον Β. Ευβοϊκό και Μαλιακό Κόλπο”. Πρακτικά από το 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, σελ. 286-291.
- Argyrou, J.N., Papaioannou, E.A. 2008. Aquaculture in Greece: Sustainable Development in the Coastal Zone. Proceedings of the International Conference “Aquaculture Europe 2008”, pp 42-43.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Ε. Μεντέ, Ι.Θ. Καραπαναγιωτίδης, Α. Στρατάκος, Σ. Μπαντίδος, Ν. Νεοφύτου, και Χ. Παλαιοκώστας

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυτόκο 384 46, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, email: emente@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Βιολογική Υδατοκαλλιέργεια βρίσκεται ακόμη σε νηπιακό στάδιο. Καθετοποιεί τη διαχείριση της εκτροφής, το περιβάλλον μέσα στο οποίο πραγματοποιείται, τις τροφές που χορηγούνται και τα απόβλητα που παράγονται. Αυτά τα μέρη συνδέονται, καθώς κάθε ένα εξαρτάται από τα υπόλοιπα. Όταν αυτά τα μέρη εξισορροπούν μέσα στην παραγωγική διαδικασία τότε το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί αειφορικό, που είναι και ο στόχος της βιολογικής υδατοκαλλιέργειας. Η παρούσα μελέτη σκοπό έχει να προτείνει στάνταρς για τη βιολογική εκτροφή της τσιπούρας στην Ελλάδα. Η οργανική υδατοκαλλιέργεια βασίζεται στις ακόλουθες αρχές: μικρή ιχθυοπυκνότητα, απαγόρευση χρήσης αντιβιοτικών και χημικών ουσιών, χρήση βιολογικών τροφών και συνεχή παρακολούθηση της ποιότητας του νερού εκτροφής και της σάρκας των εκτρεφόμενων ψαριών. Σε μία τοπική μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας οι διαχειριστικές τεχνικές που εφαρμόστηκαν επέτρεψαν την προστασία της υγείας και την ευζωία των πειραματικά εκτρεφόμενων ψαριών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι βιολογικές τσιπούρες είχαν λιγότερο λίπος στο συκώτι και ότι αναπτύχθηκαν καλύτερα σε σύγκριση με τις συμβατικά εκτρεφόμενες. Η μικροβιολογική ανάλυση έδειξε ότι ο αριθμός τους ήταν μικρότερος στο δέρμα και το λευκό μυ των βιολογικά εκτρεφόμενων ψαριών σε σύγκριση με αυτόν των συμβατικά εκτρεφόμενων, αν και δεν προέκυψε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Η ανάλυση της δομής του λευκού μύος έδειξε ότι η σκληρότητα ήταν μεγαλύτερη για τις συμβατικά εκτρεφόμενες τσιπούρες σε σύγκριση με αυτήν στις βιολογικά εκτρεφόμενες. Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για την εκτίμηση της επίδρασης της πυκνότητας εκτροφής ή της διατροφής στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, για την ενίσχυση της επιστημονικής γνώσης και τη διευκρίνιση των πιο πάνω παρατηρήσεων.

ORGANIC AQUACULTURE

E. Mente, I. Th. Karapanagitidis, A. Stratakos, S. Mpantidis, N. Neofitou & Ch Palaiokostas

University Thessaly, School of Agricultural Sciences Fytokou 384 46, N. Ionia Magnisia. email: emente@uth.gr

ABSTRACT

Organic aquaculture is still in its infancy. Organic aquaculture relies on biological processes to integrate the management of the animals, the environment in which they live, the nutrient inputs and the waste that is produced. These parts are connected. Each component depends on every other component. When these parts are balanced within the production system, the system can be considered sustainable; one of the goals of organic production. This study aims to propose standards for sustainable organic sea bream farming in Greece. The organic culture is based on the following principles: low stocking density, absence of antibiotics and chemicals, use of organic feed and monitoring of water and flesh quality. In a local aquaculture farm the management techniques maintain and protect the good health and welfare of the experimental animals. The evidence suggests that organic sea breams store less fat content in their liver and they are grown better compared with the conventional sea bream. Microbiological analysis showed that the total viable count on skin and white muscle of organically cultured sea breams was lower when compared with the total viable count on skin and white muscle of conventionally cultured sea bream, but

there was no significant difference between them. Texture analysis showed that white muscle hardness was higher for the conventional sea breams when compared with the organic ones. Research is still needed to assess the individual effect attributed to stocking density or to the feed on product quality, improve the overall scientific knowledge, and further clarify the above observations.

Keywords: organic sea bream

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν σήμερα τον ταχύτερα αναπτυσσόμενο κλάδο παραγωγής τροφίμων στον κόσμο (FAO 2002; 2006). Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών, οι υδατοκαλλιέργειες και όχι η αλιεία φαίνεται ότι θα αποτελέσουν την μελλοντική πηγή ιχθύων για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου (Watanabe, 2002). Η εκτίμηση της παραγωγής της βιολογικής υδατοκαλλιέργειας είναι αρκετά δύσκολη λόγω έλλειψης αξιόπιστων στατιστικών στοιχείων.. Μέχρι τώρα, η παραγωγή από τις βιολογικές υδατοκαλλιέργειες προέρχεται κυρίως από την Ευρώπη αλλά και από τη Λατινική Αμερική και την Ασία (Lem, 2004). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Γεωργίας και Τροφίμων (FAO, 2006) λιγότερο από το 1% των εκτρεφόμενων ψαριών παράγεται βιολογικά. Αυτή η εξαιρετικά μικρή ποσότητα πιστοποιημένης βιολογικά υδατοκαλλιεργητικής παραγωγής δείχνει τις δυσκολίες της επίτευξης των προδιαγραφών που έχουν θεσπιστεί για τη βιολογική υδατοκαλλιέργεια (Tacon and Pruder, 2001).

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Τσιπούρες (*Sparus aurata*) αρχικού μέσου ατομικού βάρους 100 g εκτράφηκαν σε δύο ιχθυοκλωβούς σε μονάδα εκτροφής στην Λάρυμνα και έφτασαν το εμπορεύσιμο μέγεθος των 300-350 g. Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθησαν δειγματοληψίες βιολογικών και συμβατικών εκτρεφόμενων ατόμων για αναλύσεις.

Τα χαρακτηριστικά της βιολογικής εκτροφής ήταν τα εξής:

1. Διατροφή της τσιπούρας με βιολογική τροφή. Η τροφή δεν περιείχει συνθετικά αμινοξέα. Ήταν ελεγμένη για βαρέα μέταλλα και διοξίνες βάση των Κοινοτικών Οδηγιών. Στις ιχθυοτροφές δε χρησιμοποιήθηκαν γενετικά τροποποιημένες πρώτες ύλες.
2. Κατάλληλη θέση των πλωτών ιχθυοκλωβών (έλεγχος ποιότητας και καθαρότητας υδάτων).
3. Μειωμένη ιχθυοπυκνότητα, στους ιχθυοκλωβούς, σε σύγκριση με την συμβατική εκτροφή (4 kg/m³ και 15 kg/m³, αντίστοιχα).
4. Απαγόρευση χρήσης αντιβιοτικών και πάσης φύσεως χημικών ουσιών.
5. Οι βιολογικά εκτρεφόμενες τσιπούρες εκτρέφονται χωριστά από τις συμβατικές σε απομακρυσμένους κλωβούς ώστε να μην υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ τους.
6. Μείωση του stress των ψαριών κατά τη μεταφορά και τη θανάτωση.
7. Αποφυγή διαφυγών στο περιβάλλον.

Ο υπολογισμός του λίπους στο ήπαρ των εκτρεφόμενων ατόμων πραγματοποιήθηκε με την μεθοδο Soxhlet, με χρήση πετρελαϊκού αιθέρα ως μέσου εκχύλισης. Η σκληρότητα του μυϊκού ιστού της τσιπούρας μετρήθηκε με τη συσκευή AEGIS 1000, ADMET. Αφαιρέθηκαν από το ραχιαίο κομμάτι της τσιπούρας

εμπορεύσιμου μεγέθους κομμάτια λευκού μυός σχήματος τετραγώνου και πάχους 10 mm. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε έμβολο κυκλικού σχήματος και διαμέτρου 10 mm. Η συσκευή ρυθμίστηκε ώστε να μετράει την δύναμη που θα χρειαστεί το έμβολο για να μετατοπιστεί μέσα στο τρόφιμο μέχρι 5 mm. Η ταχύτητα του εμβόλου ήταν 100mm min^{-1} .

Η μικροβιολογική ανάλυση πραγματοποιήθηκε στην επιδερμίδα και το λευκό μυ των ατόμων τσιπούρας που εκτράφηκαν με βιολογικό και συμβατικό τρόπο. Οι κατηγορίες των μικροοργανισμών που προσδιορίστηκαν ήταν οι εξής:

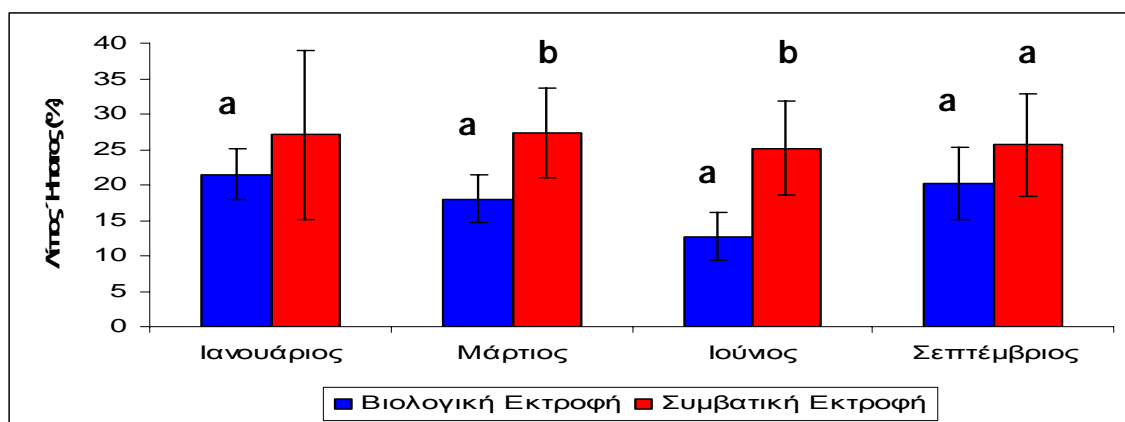
1. Ολική μεσόφιλη χλωρίδα (OMX) σε TSA yeast extract έπειτα από επώαση για 48 h στους 25°C .
2. Ολική ψυχρόφιλη χλωρίδα σε σε TSA yeast extract έπειτα από επώαση για 120 h στους 7°C .
3. Enterobacteriaceae σε VRBGA έπειτα από επώαση για 24 h στους 37°C .
4. *E. coli* σε TBGA για 24 h στους 37°C .

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση (ANOVA και t-test), με την χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics Plus 5.0. και SPSS.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι η ανάπτυξη της τσιπούρας της βιολογικής εκτροφής είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την ανάπτυξη της τσιπούρας της συμβατικής εκτροφής. Οι παράγοντες που επηρέασαν τη διαφορά στην ανάπτυξη ήταν η μειωμένη ιχθυοπυκνότητα που υπάρχει στους βιολογικούς ιχθυοκλωβούς, στην παρεχόμενη τροφή και στη μεταχείριση των ατόμων που προκαλεί λιγότερο stress. Το Σχήμα 1 δείχνει το ποσοστό του λίπους στο ήπαρ των εκτρεφόμενων ατόμων της συμβατικής και βιολογικής εκτροφής ($n = 10$).



Σχήμα 1. Ποσοστό λίπους (%) στο ήπαρ εκτρεφόμενων ατόμων τσιπούρας. Οι τιμές με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p \leq 0,05$).

Το ήπαρ των εκτρεφόμενων βιολογικών ατόμων περιείχε λιγότερο ποσοστό λίπους σε σύγκριση με αυτό της συμβατικής εκτροφής (Σχήμα 1). Το μικρότερο ποσοστό λίπους

στο ήπαρ των βιολογικών ατόμων οφείλεται στο μικρότερο ποσοστό λίπους που υπήρχε στην παρεχόμενη βιολογική τροφή (14% λίπος) σε σύγκριση με αυτό της συμβατικής τροφής (16,5% λίπος). Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι σε συμφωνία με την έρευνα των Lopez et al. (2006) η οποία έδειξε ότι υπάρχει μία ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ του λίπους της τροφής και του λίπους στο ήπαρ, για το ψάρι *Atractoscion nobilis*.

Τα αποτελέσματα της μικροβιολογικής ανάλυσης της επιδερμίδας και του λευκού μυός παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μικροβιολογικής ανάλυσης εκτρεφόμενων ατόμων σε log cfu/gr (n = 5)

	ΟΜΧ		ΟΨΧ		Enterobacteriaceae		<i>E.coli</i>	
	Επι/δα*	Μυς	Επι/δα*	Μυς	Επι/δα*	Μυς	Επι/δα*	Μυς
Βιολογικά	3,12±0,10	3,10±0,14	0	0	0	0	0	0
Συμβατικά	3,16±0,05	3,12±0,12	0	0	0	0	0	0

*Επι/δα = Επιδερμίδα

Όπως παρατηρήθηκε από τα αποτελέσματα της μικροβιολογικής εξέτασης των ιχθύων της βιολογικής και συμβατικής εκτροφής το ολικό μικροβιακό φορτίο (ΟΜΧ) διέφερε, μεταξύ των δύο τύπων εκτροφών, με την βιολογική εκτροφή να παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές τόσο στην επιδερμίδα όσο και στο λευκό μυ των υπό εξέταση ατόμων, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στη μικρότερη ιχθυοπυκνότητα Ακόμη, και στους δύο τύπους εκτροφής δεν παρατηρήθηκε παρουσία πάνω από τα 100 cfu/gr (ελάχιστο επίπεδο εντοπισμού) αποικιών της *E. coli*, αλλά και παρουσία των Enterobacteriaceae πάνω από 10 cfu/gr γεγονός που δείχνει την καλή ποιότητα των υδάτων στα οποία πραγματοποιείται η εκτροφή

Τα χαρακτηριστικά της υφής, όπως είναι η σκληρότητα, είναι ιδιαίτερα σημαντικά διότι αποτελούν μερικά από τα κριτήρια με τα οποία οι καταναλωτές κρίνουν την ποιότητα των προϊόντων. Ακόμη, τα χαρακτηριστικά της υφής σάρκας επηρεάζουν τις παραμέτρους της εξώθησης κατά τη διάρκεια προϊόντων όπως είναι τα fish sticks, surimi, fish nuggets (Thiebaud et al., 1996). Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνεται ότι η σκληρότητα του λευκού μυός μεταξύ των εκτρεφόμενων ατόμων διαφέρει αριθμητικά, με την μεγαλύτερη σκληρότητα να την παρουσιάζουν τα άτομα της συμβατικής εκτροφής (10,04 ± 1,85 N) σε σύγκριση με τη βιολογική (8,17 ± 1,78 N). Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση (t-test) των τιμών της σκληρότητας του λευκού μυός, που προέρχονται από τα άτομα των δύο διαφορετικών εκτροφών έδειξε ότι η σκληρότητα του ιστού διαφέρει στατιστικά ανάμεσα στους δύο τύπους εκτροφής (P = 0,0013). Επομένως, φαίνεται ότι οι διαφορετικές συνθήκες οι οποίες υπάρχουν στους δύο τύπους εκτροφής (ιχθυοπυκνότητα, τροφή) επιδρούν στα χαρακτηριστικά της σάρκας των τσιπούρων. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Orban et al., (1997) οι οποίοι βρήκαν ότι η σκληρότητα των φιλέτων τσιπούρας διέφερε σημαντικά μεταξύ ατόμων που εκτράφηκαν σε διαφορετικά συστήματα εκτροφής (εκτατικά και εντατικά).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα απέδειξε ότι η βιολογική εκτροφή τσιπούρας είναι εφικτή και είναι δυνατόν να παράγει προϊόντα τα οποία είναι υψηλής θρεπτικής αξίας αλλά και ασφαλή, μέσα στα πλαίσια της αειφορικής διαχείρισης. Παρόλα αυτά για την περαιτέρω ανάπτυξη της βιολογικής υδατοκαλλιέργειας θα πρέπει να καθορισθούν με μεγαλύτερη σαφήνεια οι προδιαγραφές που ισχύουν για τη βιολογική παραγωγή, ως συμβολή στη διαφάνεια, στη δημιουργία εμπιστοσύνης στους καταναλωτές αλλά και στη δημιουργία μίας εναρμονισμένης αντίληψης της έννοιας της βιολογικής παραγωγής.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Ε.Π.ΑΛ 2000-2006, Μετρό 4.6, Καινοτόμα Μέτρα, που χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων σε συγχρηματοδότηση με την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- FAO, 2002. Organic aquaculture - current status and future prospects, Organic agriculture, environment and food security, Rome, Italy.
- FAO, 2006. State of world aquaculture 2006, FAO Fisheries Technical Paper. No. 500, Rome, Italy.
- Lem A. 2004. An Overview of the Present Market and Trade Situation in the Aquaculture Sector - the Current and Potential Role of Organic Products, FAO Fishery Industries Division HCM City.
- Lopez L.M., A.N Torres, E. Durazo, M. Drawbridge and D.P Bureau, 2006. Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture*, 253:557–563.
- Orban E., F. Sinesio and F. Paoletti, 1997. The Functional Properties of the Proteins, Texture and the Sensory Characteristics of Frozen Sea Bream Fillets (*Sparus aurata*) from Different Farming Systems. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30:214–217.
- Tacon A.G.J. and G.D. Pruder, 2001. Opportunities and challenges to organic certification of aquatic animal feed, pp. 26-42. In D.J. Brister and A. Kapuscinski, eds., Final report of the National Organic Aquaculture Workshop, June 23-24, 2000. St. Paul, USA, Institute for Social Economic and Ecological Sustainability, University of Minnesota.
- Thiebaud M., E. Dumay and J.C. Cheftel, 1996. Influence of process variables on the characteristics of a high moisture fish soy protein mix texturized by extrusion cooking, *ebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 29:526–53.
- Watanabe T., 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68: 242–25.

Session 2

2^η Θεματική Ενότητα

Marketing-Efficiency

Marketing-Αποτελεσματικότητα

Chairpersons: Dr. Ioannis S. Boziaris – Mrs Kalliopi Georgi

Προεδρείο: Δρ. Ιωάννης Βοζιάρης – κα Καλλιόπη Γεωργή

Invited Speaker: Dr. Lara Barazi –Yeroulanos

Προσκεκλημένη Ομιλήτρια: Δρ. Lara Barazi – Γερούλάνου

SUSTAINABLE AQUACULTURE AND THE REALITY OF THE MARKET

Lara Barazi –Yeroulanos
Managing Director – Kefalonia Fisheries S.A.
Vice President - Federation of Greek Mariculture

Mediterranean aquaculture, after a period of impressive growth has finally come to a critical point, as production has reached volumes far beyond the wildest expectations. The supply-driven force, which prevailed during the development phase of the sector, coupled by the almost absolute lack of market surveys and marketing strategies, severely disrupted the market supply/demand equilibrium. As a result, aquaculture products, though initially unknown and later perceived as a sort of delicacy, ended up in the market as a sort of commodity.

As one of the leading producers in the area has dramatically stated: “We are experiencing the same phenomenon happening for bass and bream as it did for salmon, and it would be impossible to avoid the repercussions that the salmon industry faced” (Stephanis, 1996; Papageorgiou, 1999).

Here we are today, 10 years later to discuss the environmental and social sustainability of aquaculture. If you have been reading the papers recently then you will be aware that these comments could have been written just yesterday. 10 years have passed and I believe that we still have not addressed the **economic sustainability** of aquaculture in the Mediterranean.

DEFINITION OF SUSTAINABLE AQUACULTURE:

The last few years have been marked by increasing concerns about aquaculture as a sustainable activity.

This has most often been intended as concern about the environmental sustainability of our activity:

fish meal usage and environmental impacts.

While it is clear that these are serious concerns, there are very real, quantifiable and scientifically reliable solutions to these issues. Environmental impact assessment and monitoring tools are becoming ever more exact and comprehensive.

Feed companies are actively experimenting with alternative, sustainable protein sources, plant based oils which provide the same levels of Omega 3 fats as fish oils, and ever more efficient feed conversion rates.

In fact, just last week the Norwegian salmon industry announced that they have managed to become a net marine protein producer by achieving a net protein production yield of 116% as opposed to around 93% which had been the industry’s average. (Calculated by dividing the % of marine protein in the finished product with the % of marine protein in the feed.)

It has become increasingly clear however that for an industry to be sustainable, it not only has to be environmentally sustainable, with a low, measurable and controlled impact, but it must also ***be economically viable and socially acceptable***.

In addition, the relationship between these three basic elements of sustainability is not one of static balance between conflicting goals.

But rather it is a dynamic state, a mode of behaviour whose challenge is to continuously adapt to interdependent and continuously changing conditions: in order to be truly economically viable in the long-term, an industry must also be socially acceptable, and of course, environmentally sustainable.

The interdependent linkages between the environment, society and the economy mean that the understanding and careful management of all 3 is a basic precondition to long-term sustainability.

So what are the factors affecting economic sustainability in our industry?

Well, the economic viability of an enterprise is dependent upon many factors: good planning and budgeting, adequate financing, well-trained and motivated personnel, a cost effective and productive activity.

In short, good management.

This is something that can neither be mandated nor imposed and nor should we try if we believe that the free market is the best judge of sound management.

The aquaculture industry however seems to be characterized by an apparently endemic cyclicity which goes beyond good or bad management and affects both good companies and bad.

If we don't address this issue, we cannot hope to have a sustainable industry: these boom and bust cycles have especially disruptive economic and social repercussions (job losses, loss of investor confidence (including financial institutions) and stakeholder credibility) but also impair the ability and motivation of companies to address environmental and social concerns. A company in financial difficulties can rarely afford to be conscious of environmental issues.

The worst effect of all perhaps is that the struggle for day-to-day survival can result in a short-term mentality which then carries over even in the good times.

This cyclicity is essentially a market issue: the most well managed, competitive, aggressive and innovative company will fail if it produces something the market doesn't want, in the wrong form, at the wrong price, or in the wrong quantities.

Understanding the market, and responding to it is essential to the economic viability of any activity.

Responding to supply and demand factors but also to the desires, needs and concerns of the market, i.e. our consumers.

So addressing the issue of sustainability is not just an academic exercise for special interest groups, but it is in fact a necessary market-oriented response to an increasingly aware consumer.

So what causes this cyclicity?

I think it might be useful to go back a little to some basic economic theory about demand and supply as it might apply to the Mediterranean aquaculture industry:

The quantity demanded is defined as the various quantities that consumers are able and willing to buy at various prices when all other factors that affect consumer behaviour are held constant (*ceteris paribus*):

- Population size & distribution
- Consumer income and distribution
- Consumer tastes & preferences
- Prices
- The availability of substitutes

It is not unreasonable to say that so far, the aquaculture industry has been moving downward along the curve: As supply has increased, the price has fallen and we have been able to move lower along the curve.

There are 2 basic problems with this. The first is that there is a limit to how much fish can be sold, no matter how low the price goes. The second is that the only way to move back up the curve (to higher more viable prices) is to reduce quantities.

So the challenge is not just to increase the quantity demanded at a given price, but to increase demand at every price. Changing any factor will cause a shift in the curve itself, an increase or decrease in demand *for every price point*.

$$Q_d = f(P_d, Pop_d, I, T, P_r)$$

Q_d = quantity demanded

P_d = price of the product

Pop_d = population size

I = income

T = tastes and preferences

P_r = price of related products

Not having good and timely data on the market, i.e. about where this curve is, simply leads companies to keep moving down along the curve until they reach that price point at which demand will equal their supply.

This is not bad in and of itself if:

- 1) It is accompanied by ever decreasing costs, i.e. increasing productivity and therefore equal or maybe greater profitability.
- 2) It is part of a strategy to “price out” competitors of the market, either through better cost structure or better financing for a short term strategy. The goal there being an aggressive pricing strategy to expand consumer demand and take out competitors and then move the curve out again with a greater demand at each price point.

However, Pricing a scarce product lower and lower can have the effect of “degrading it” to a lesser status in consumer’s eyes.

In other words it may facilitate the entry of substitutes who in fact have very different cost structures and perhaps other advantages (in presentation, filleting etc) that are all of a sudden requirements for our products.

We now have an artificial substitute: under normal or rational pricing strategies, these products would never be substitutes.

Maintaining artificially low prices (by artificially I mean unsustainable in the long-run) can lead to a shift in perception of the product from a superior to an inferior good. An inferior good being one whose demand goes down with increases in income.

It can be argued for example, that we have lost the opportunity to build an added-value market for our products since we have been competing for market share only on price. If the consumer cannot differentiate between our fish and a nice white inexpensive fillet of Pangassius from Vietnam why should he buy a sea bream fillet at twice the price?

It becomes much more difficult to re-educate our consumer about the very high quality and nutritional attributes of our fish and essentially re-brand our product. It becomes difficult to justify the filleting and packaging for convenience of such a product as a high-value added service.

Price Elasticity

The price elasticity of the demand curve is also important to consider: the degree to which the quantity demanded will change, given a change in market price is not the same at all points in the demand curve.

$$E_d = \frac{\% \text{ change in } Q_d}{\% \text{ change } P}$$

At the high end of the demand curve, with high prices and lower quantities, price elasticity is greater and becomes more inelastic as prices decrease and quantity demanded increases.

In other words, at high prices the quantity demanded is very responsive to price changes. If prices go up and are too high, demand will shift to a substitute product. Conversely if prices go down somewhat, then the percentage change in quantity demanded will be greater than the percentage change in price.

What happens as we move down the curve?

At the lower end of the curve, for a normal good, the price elasticity of demand will become inelastic: a decrease in price will result in a smaller proportionate increase in quantity demanded.

There is a point at which no matter how much price decreases demand will not increase.

Increased demand can only occur with a rightward shift in the curve: a change in product attributes, form, added-value, or perceived health benefits.

And finally: elasticity of supply.

Because the Mediterranean aquaculture industry is characterized by relatively high fixed costs and a long production cycle supply elasticity for our industry is relatively inelastic.

The ability to “warehouse” our products and therefore respond to changes in price by reducing supply, is an essential component to smoothing out the cyclicalities of our markets. Due to size and space limitations warehousing in live form is a limited option but developing product forms which can be more easily stored (frozen, filleted etc...) or sold in a different market (geographical or different market segment) should allow for greater supply elasticity.

THE BOOM AND BUST CHALLENGE:

Can we break the boom & bust cycle of our industry?

Probably not break it but certainly we can learn to smooth out the peaks and valleys.

The classic definition of a market economy tells us that in theory it is a self regulating mechanism which will always match supply with demand to the best advantage of everyone.

The price of a good or service communicates consumer demand to producers and will direct the allocation of resources toward consumer, as well as investor, satisfaction. Through free competition between vendors for the provision of products and services, prices tend to decrease, and quality tends to increase.

The basic precondition however to the correct functioning of the market economy is the free flow of information.

The timely collection and analysis of market data, an in-depth knowledge of consumer preferences, and production data will lead to a better match between supply and demand and a smoothing out of the cyclical nature of the industry.

CONCENTRATION:

The reality though is that farmers (and this includes companies) generally face a commodity market where they have little bargaining power to negotiate either prices or transaction terms and are removed from the final consumer.

So what are possible solutions? Concentration certainly.

Since the 1980's the global agricultural industry as a whole and livestock production in particular has been marked by a great degree of concentration. This same trend has occurred in the wholesaling and retailing sector. Production concentration can lead to greater market stability and therefore sustainability but only if it leads to:

- greater cost efficiency,
- better production planning (i.e. production that is better coordinated with demand) and
- better negotiation power vis a vis the market channels

This can also be achieved through cooperation.

Producers' organizations and cooperatives have been successful in some cases by allowing farmers to pool sales and input purchases, to jointly promote their products, establish a quality brand and invest in the joint production of added-value products. In addition contract farming has proven to be a stable and profitable alternative for independent farmers.

They can be essential in gathering market data to help farmers better plan their production.

They are a means of achieving concentration of the offer without financial consolidation, allowing smaller, family owned farms to retain their independence.

In an era where food production and distribution is increasingly dominated by a few, very large companies, there is a strong argument in favour of small farmers:

- Diversity of product
- Traditional way of life
- Tied to their product and their environment/community

The commonality to these modes of organization is:

- a) The willingness to forego some future upside profit potential in order to guarantee a reasonable (viable) minimum price.
- b) The willingness to submit to a certain discipline in production planning.

Scale in marketing is essential.

Whether reached through concentration (mergers and acquisitions) or through cooperation (marketing cooperatives or associations) or a combination of the two, farmers need to assume greater control over the sector through collective actions in marketing.

The goal of these collective action groups is to perform essential market oriented tasks which cannot be done by individual farmers or companies.

With pooled resources a cooperative can provide better market information and data for use in management decisions, it can serve as a clearinghouse for trade information, promote the product both domestically and abroad, and even enforce production standards to ensure a level playing field.

An important distinction to make is that these collective actions must be compatible with the principles of a market economy: keep in mind that competition with ever lower prices is good for the consumer. And there are many more consumers than farmers!

Concentration and Cooperation

The development of chain formation in the distribution and marketing system is one of the essential challenges for the aquaculture industry.

Better coordination between the links in the marketing and distribution chain can help to systematically utilize the information on the dynamics of the markets. By getting closer to the final consumer or by establishing alliances farther “down” the marketing and distribution chain enables producers to better understand their markets, the supply and demand and to be better able to respond to needs for new products.

In recent years (since the 1980’s) the main markets for livestock have been characterized by a shift from traditional dependence on open market transactions and trading on a spot market basis to longer-term trading relationships such as:

- Forward contracts
- Production and marketing contracts
- Marketing agreements
- Vertical integration

(Marketing agreements usually involve quantity and price considerations, off-invoice marketing, and some form of marketing services such as special packaging, certification and labelling).

Production and marketing contracts (contract farming) include the provision of services by the farmer such as labour, utilities, housing/land and equipment while the contracting company provides the feed, veterinary services, field supervisory personnel (in the US for example close to 90% of the production of poultry is covered in this way). These trends have provided a degree of price stability mainly due to better production planning.

MARKET DATA:

Know your market and let your market know you.

Information is key to sustainability: for planning (i.e. avoiding an imbalance between supply & demand) and producing what the market and the consumer wants not the other way around.

Marketing is in fact nothing more than the acquisition, proper interpretation and use of information.

- Gain knowledge about packaging and solutions for packing and distribution that are tailored to market demands for fresh products and that satisfy requirements relating to environmental and food safety.
- Acquire knowledge for adapting logistics systems to demands from market players for more frequent and thus smaller deliveries.
- Facilitate knowledge to be used toward more efficient data collection and data exchange in the supply chain and for developing and utilising logistics systems that can raise the product quality and quality image of Mediterranean seafood products.

The lack of a coherent and coordinated communications strategy is one of the greatest obstacles our industry faces today.

PROMOTION, INFORMATION AND TRANSPARENCY:

The great majority of negative news about the aquaculture industry occurs outside the EU:

- Toxins and Contaminants
- Negative environmental impact (degraded mangroves etc...)
- The use of illegal antibiotics
- Human rights abuses and unfair labour practices
- Animal welfare abuses
- Genetic modification

We need to inform the European consumer that:

We **do** have strict legislation in place concerning all these issues and our products **are** produced in strict accordance with these rules but above all **values**:

- Product Quality & Safety
- Respect for workers
- Environmental protection
- Animal welfare
- Feed materials sustainability and ethics

The aquaculture industry does not need to run promotional campaigns but *informational campaigns*. We need to give our consumers ***the facts*** about

- Positive health characteristics of our products
- Safety of our products due to strict laws and regulations controlling every aspect of production and distribution
- Quality of the production environment due again to strict laws and regulations as well as comprehensive monitoring

GENERIC CAMPAIGNS

The most important activity for coordinated cooperative action in marketing is generic advertising. There is enormous scope for improving consumer perception and understanding of aquaculture products and their production through a Generic Communication campaign, emphasizing the nutritional and health benefits of fish.

It can increase market demand by informing new consumers and reinforcing existing consumers' consumption choices. It can lead to an upward shift in the demand curve for aquaculture by:

Raising awareness, generating interest, a favourable perception and finally evaluation.

Making existing consumers feel better and increase their consumption by responding to their concerns about the safety, quality and environmental sustainability of the product.

Methods can range from traditional advertising campaigns, indirect marketing, recipes and preparation advice, focusing on opinion makers and multipliers, or simply by capitalizing on positive news in related industries (i.e. seafood in general).

In addition establishing origin of production logos can capitalize on existing positive consumer perceptions.

A logo such as '*EU produced*' or '*EU aquaculture*' effectively communicates to the buyer the product's added value, guaranteed by compliance to the Community's strict consumer and environmental protection, legislative and regulatory framework.

In addition, positive consumer perceptions related to origin of production (Mediterranean Europe) can make generic branding for Greek aquaculture a feasible and attractive prospect.

A Level Playing Field

Information campaigns can also promote a Level Playing Field in the market: European aquaculture producers face an internal European paradox:

Europe sets higher standards for its producers than it requires for its market. We produce at one standard but we consume at another.

We allow supermarket chains to set and enforce our quality standards and we aren't overly concerned about:

- unsanitary production methods
- the use of antibiotics and hormones
- GM feeds
- Damage to the environment
- unfair labour practices
- or animal welfare,

as long as production occurs in 3rd countries and imports are cheap.

Commercially speaking, the European market is unfriendly to its own producers.

Food safety is a top priority in Europe. **Such safety, however, is often not guaranteed in the area of fresh and frozen 3rd country imports, posing a risk for the consumer, a competitive cost for Community producers and the environment at large.**

These products are often produced with no regulations as to:

- Contaminants and public health and safety
- Disposal of by-products
- Use of antibiotics and other chemicals
- Rights of workers
- Waste product treatment and release
- Animal welfare
- Protection of the environment

And most importantly, they are:

- not sufficiently traceable
- often mislabelled
- subject to minimal quality controls and only at the processing stage

Should there be a negative consumer reaction due to a health, food safety or environmental issue, it will have a direct negative impact on the whole of European Aquaculture.

For any discussion of sustainability to be meaningful, it must emphasize the need for a level-playing field. Sustainability criteria must be valid and applicable globally.

CAN YOU CERTIFY SUSTAINABILITY?

Since sustainability is not a static state but a continuous process, the answer is no.

What we can certify are sustainable aquaculture best practices, our behaviour and not our products per se.

Certification of responsible behaviour should be a tool leading to sustainability, in addition to the already widely understood criteria for environmental sustainability it should take into account social acceptability and economic viability.

Appropriate site selection to minimize conflict over space, environmental impact assessments, continuous and comprehensive monitoring of environmental parameters together with transparency and dialogue among stakeholders is essential to promoting environmental sustainability.

Good communication regarding producer activities, origin, and production methods used to transmit the benefits of aquaculture to consumers and promote both the production and consumption of responsibly produced seafood.

Promoting understanding of market forces, the gathering, analysis and use of market information to achieve a greater degree of long-term economic viability also helps social acceptability through the provision of long-term employment generation.

CURRENT EFFORTS:

CONSENSUS is an initiative funded by the European Commission Sixth Framework Programme of Research and Technological Development in the area of Food Quality and Safety.

It is led by the European Consumer's Organization (BEUC) and includes major European stakeholders representing consumer interests, aquaculture producers, feed suppliers, environmental, animal health and welfare groups, as well as by stakeholders from various levels of legislative bodies in both the EU and Member States. The aim of the project was to identify new and efficient aquaculture protocols which would lead to the establishment of a sustainability standard for the European aquaculture industry.

A total of 68 indicators were identified falling into 9 thematic areas:

Economic viability 12

Environmental standards 7

Biodiversity 5

Health & Welfare 9
Human resources 7
Packaging & transport 1
Public image 14
Resource Use 8
Sector 5

The actual protocols for sustainable aquaculture focus more on the implementation of those measurements, with recommendations at farm, local authority, producer organisation or other organisation level and how the information resulting from the collection of this information can be effectively used for and by the sector.

FEAP CODE OF CONDUCT

The original Code of Conduct was developed by experts and producers in consultation with a wide range of international bodies and was unanimously approved by the FEAP Assembly in 2000.

It is a voluntary non-binding agreement setting out rules of behaviour which

- Promote the responsible development and management of a viable and sustainable European aquaculture sector
- Assure the highest standard of quality food production with
- Respect for environmental considerations and consumers' demand.

The Code of Conduct of the FEAP is currently being reviewed to incorporate the results of the work of the Consensus project on the establishment of clear and measurable indicators for the sustainability of European aquaculture. It includes 5 core components which are the primary responsibility of the sector:

- Guiding Principles
- Consumer
- Social Relationships
- Fish Husbandry
- Environment

IUCN CERTIFICATION GUIDELINES – RESPONSIBLE AQUACULTURE PRACTICES and CERTIFICATION

However, a code of conduct is a non-binding agreement and cannot serve as the basis for certification of sustainable/responsible behaviour.

Best behaviour vs. best practice.

Certification has to be based on:

Measurable and reproducible standards

Must be related to processes and activities (specifically resource surveillance, technical equipment, environmental compatibility, health & welfare, traceability, production data, sampling & analysis, safety & terminology)

It has to demonstrate adherence to a range of measurable criteria that satisfy the demands of the consumer and allow for the improvement of the image of the sector.

The Marine Programme of the World Conservation Union (IUCN) in cooperation with the Federation of European Aquaculture Producers (FEAP) and the General Secretariat

for Fisheries of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of Spain (MAPA), signed an agreement to cooperate and develop “Guidelines for Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture”.

The objective of these guidelines is to propose recommendations for responsible and sustainable aquaculture, giving support to decision makers, aquaculture producers and stakeholders in the Mediterranean region.

This is the third guideline, devoted to responsible practices and certification for sustainability which will shortly be published, the first two being “Interaction between Aquaculture and the Environment” and “Site Selection”.

It aims at providing basic recommendations to decision makers on how to design and implement responsible aquaculture practices and certification for sustainable development.

FAO/GFCM-CAQ_- Strategy for Marketing of Med Aquaculture

The General Fisheries Commission for the Mediterranean and the FAO convened a workshop on sea bass and sea bream markets in Rome on May 12, 2006 which concluded that it has become very competitive with concrete threats of saturation in existing markets.

The conference resulted in a number of specific recommendations to promote the development of a sustainable aquaculture sector in the Mediterranean.

The ongoing project “*Support to the GFCM Working Group on Marketing of Aquaculture Products: Development of a Strategy for Marketing and Promotion of Mediterranean Aquaculture*” aims to produce concrete recommendations and tools for national governments in order to:

- Improve the compilation of production and trade data including those on hatchery and feed production
- Carry out analysis of markets and trade of sea bass and sea bream products (sizes, qualities, process, products, etc.)
- Improve the methodology for the compilation and quality of data collected by National authorities from the industry on production (including hatcheries) and sales including making reporting part of the licensing conditions
- Encourage marketing actions at the National level, in particular generic promotion of Mediterranean bass and bream
- Encourage promotion of domestic markets
- Facilitate market and cost analysis studies, benchmarking and comparison with relevant successful examples in aquaculture (Analysis should include costs, species, technologies, geographical and environmental characteristics of production sites, education and availability of human resources, legislation, investment, taxation of sector and relations with other coastal activities.)

OTHER ONGOING EFFORTS:

In addition to these specific projects, the Food and Agriculture Organisation (FAO), the European Union (EU) as well as several Mediterranean countries have ongoing consultations on the promotion of sustainable aquaculture.

CONCLUSION:

The contemporary aquaculture industry is the link between the traditional fishing past of many local communities and the future exploitation of our natural resources by -and for- the whole of the European Community.

We have a common set of values and principles in Europe that imbue every aspect of our laws and our way of life.

We believe in behaving responsibly in protecting the environment, the rights of the worker, the safety and health of the consumer, the welfare of animals, we believe that there is value in preserving the traditional way of life for small farmers whether of the sea or the land and we are proud of our heritage in producing fine, traditional products of the highest quality that are recognized throughout the world.

Viability is a basic precondition to sustainability- as the largest producing country in the Mediterranean we must take the lead in building a viable and economically competitive aquaculture industry.

We must believe in our ability to compete on the highest level globally, to continuously innovate and remain at the forefront of scientific and technical knowledge, to continuously increase our productivity and provide jobs for this generation and the next.

But most importantly, we have to be committed to the long-term, to professional and responsible management and to transparency.

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Φιλίππας.Α. Παπαγεωργίου
e-mail: fpapageorgiou@mou.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, η αύξηση της ζήτησης και η ανάπτυξη της εμπορίας αλιευτικών προϊόντων, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και τις συχνές διατροφικές κρίσεις, συνέβαλλαν -μεταξύ άλλων- στην ανάγκη δημιουργίας προτύπων οικολογικής ή βιολογικής πιστοποίησης και σήμανσης των προϊόντων αυτών. Τα πρότυπα που αναπτύχθηκαν απάντησαν -εν μέρει- στις σχετικές αγοραστικές και καταναλωτικές απαιτήσεις, δημιούργησαν όμως σύγχυση αναφορικά με την αξιοπιστία τους, λόγω της έλλειψης ενός κοινού πλαισίου αρχών και ελέγχου.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέλαβε πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη κανόνων χρήσης αυτών, βασισμένων σε κοινά αποδεκτές αρχές αειφορικής αλιείας και βιολογικής υδατοκαλλιέργειας, με σεβασμό στο περιβάλλον, τους εκτρεφόμενους οργανισμούς, και τον καταναλωτή. Με την *Ανακοίνωση COM(2005)275*, προς τα αρμόδια θεσμικά όργανα, ξεκίνησε η διαδικασία για τη θέσπιση των ελαχίστων απαιτήσεων και προϋποθέσεων για τα συστήματα οικολογικής σήμανσης προϊόντων αλιείας, ενώ με τη πρόσφατη ψήφιση του *Καν (ΕΚ) 834/2007* ετέθησαν, για πρώτη φορά, κανόνες για τη βιολογική υδατοκαλλιέργεια.

Η οικολογική και η βιολογική σήμανση σίγουρα δεν αποτελούν πανάκεια στη πρόκληση της αειφορικής προσέγγισης στη παραγωγή αλιευτικών προϊόντων. Αναμφίβολα όμως θέτουν τις βάσεις για τη προώθηση και εξέλιξη πρακτικών που μειώνουν τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον ή/και βελτιώνουν την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, στηρίζοντας, ταυτόχρονα, τη βιωσιμότητα και ενισχύοντας την ανταγωνιστικότητα των παραγωγών, αλιέων ή υδατοκαλλιεργητών.

ECO-LABELLING AND ORGANIC LABELLING OF FISHERY & AQUACULTURE PRODUCTS: DEVELOPMENTS, PROSPECTS & CHALLENGES

P.A. Papageorgiou
e-mail: fpapageorgiou@mou.gr

ABSTRACT

Over the past years, increasing demand for food products of aquatic origin along with rising environmental awareness and the all-the-more-often food crises, have contributed to the need for creation of eco-labelling and organic labelling certification schemes. While development of such schemes answered partly to relevant market and consumer demands, the lack of a common regulatory framework for their development and use in the market undermined their credibility and created confusion amongst consumers.

The European Commission took the initiative for developing a common regulatory framework, based on commonly accepted principles of sustainable fisheries and organic aquaculture, respecting and protecting the environment, the cultured organisms and the consumer. Through *Communication COM(2005)275*, a debate on a Community approach towards eco-labelling schemes for fisheries products was launched. Accordingly, through the adoption of *Reg (EC) 834/2007* common rules for organic aquaculture were set for the first time.

Eco-labelling and organic labelling is definitely not the panacea to the challenge for sustainably produced fishery and aquaculture products. However, such labels -and respective certification schemes- lay the foundations towards endorsing practices which aim to reduce negative environmental impacts and/or improve the quality of the produce, while promoting viability and competitiveness of producers.

E-COMMERCE DISTRIBUTION MODEL FOR THE AQUACULTURE ENTERPRISES IN GREECE

Andreopoulou S. Z.¹ & Kokkinakis K. A.²

Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment,
1. Laboratory of Forest Informatics, e-mail: randreop@for.auth.gr,
2. Laboratory of Wild Life and Freshwater Fisheries, e-mail: akokkin@for.auth.gr

ABSTRACT

In a period less than twenty years, Greek fish farming starting virtually from zero has managed to account for approximately 55-60% of production of sea bass and sea bream in the European Union and 45% of production for the Mediterranean countries. National aquaculture industries, usually in a distance from consumption centers, would have a dynamic approach aiming to occupy local and international market. In Greece, there are many private aquaculture enterprises that have already created a presence in the internet in various stages of maturity using broadband facilities. This paper discusses the e-commerce distribution model for aquaculture enterprises and information flow in websites. It further explores the websites of commercial purpose that support and promote e-commerce activities within aquaculture sector in Greece that were retrieved in the Internet as to their qualitative and quantitative characteristics. Then, the websites are classified in maturity stages according to characteristics they accomplish from a simple presence to the total ICT integration in supply chain management. Finally, it is provided insight from the enterprises experience regarding the extent to which features about practical adoption of e-commerce are met. The results of this study reveal the present condition of the adoption of internet distribution model in aquaculture sector in Greece and findings can be helpful for managers and web designers.

Key words: e-commerce, internet distribution, aquaculture, broadband internet

ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Ανδρεοπούλου & Σ. Ζ., Κοκκινάκης Κ. Α.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε μια περίοδο μικρότερη των 20 ετών, η ιχθυοκαλλιέργεια στην Ελλάδα, αρχίζοντας από το μηδέν έχει κατορθώσει να καλύπτει περίπου 55-60% της θαλάσσιας παραγωγής τσιπούρας και λαβρακιού στην Ευρωπαϊκή Ένωση και το 45% της παραγωγής στις μεσογειακές χώρες. Στην Ελλάδα, υπάρχουν πολλές ιδιωτικές επιχειρήσεις υδατοκαλλιέργειας συνήθως σε σημαντική απόσταση από τα κέντρα κατανάλωσης, οι οποίες έχουν δημιουργήσει ήδη ιστοχώρο σε διάφορα στάδια ωριμότητας με στόχο τη δυναμική προσέγγιση της τοπικής και διεθνούς αγοράς, αξιοποιώντας το ευρυζωνικό διαδίκτυο. Στην εργασία αυτή συζητείται το πρότυπο διανομής μέσω ηλεκτρονικού εμπορίου για τις επιχειρήσεις υδατοκαλλιέργειας της Ελλάδας. Αναλύονται οι υπάρχοντες ιστοχώροι του τομέα της υδατοκαλλιέργειας ως προς τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους και κατατάσσονται σε στάδια ωριμότητας σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που επιτυγχάνουν. Τα στάδια κυμαίνονται από μια απλή παρουσία μέχρι τη συνολική ολοκλήρωση νέων τεχνολογιών στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας αναλύουν την παρούσα κατάσταση σε σχέση με το βαθμό αποδοχής του

ηλεκτρονικού εμπορίου και τη διανομή μέσω διαδικτύου στην Ελλάδα και τα συμπεράσματα μπορούν να είναι χρήσιμα για τους διαχειριστές και τους σχεδιαστές ανάλογων ιστοσελίδων.

Λέξεις κλειδιά: ηλεκτρονικό εμπόριο, διανομή μέσω διαδικτύου, υδατοκαλλιέργεια, ευρυζωνικό Διαδίκτυο

INTRODUCTION

Aquaculture can be considered as the fastest growing food-producing sector which presently accounts for nearly 50% of the world's food fish and appears to have the potential to make a significant contribution to this increasing demand for aquatic food in most regions of the world (FAO, 2007). The aquaculture sector is expected to dominate in the food market for fish consumers globally till the year 2030 according to official forecasts for the E.U. countries (European Commission, 2001, 2002, European Union 2002). In a period not exceeding twenty years, Greek fish farming starting virtually from zero has managed to account for approximately 55-60% of aquaculture production in the European Union and 45% of the production from the Mediterranean countries. Therefore, its economic extent creates new economic functions, i.e. employment, a more effective use of local resources, and opportunities for productive investment. The aquaculture activity in Greece is classified in the intensive culture of sea and fresh water fishes, the shellfish culture and the extensive or semi-intensive culture of coastal and inland lakes. National modern aquaculture farms, are characterized for their remote installations usually in a distance from consumption centers, therefore they must have a dynamic approach aiming to occupy local and international market (Andreopoulou and Kokkinakis, 2008).

E-commerce and website design

Information and Communication Technologies (ICTs) offer today a variety of new opportunities for economic, social and cultural development with a variety of products and services provided through the Internet, the so-called “e-services” (Andreopoulou, 2006; EU, 2007). E-commerce is defined by international organizations as the use of electronic means to exchange information and to carry out activities and transactions (OECD, 1999). E-commerce has become nowadays the key way to perform business. One of the many advantages is that the use of broadband networks eliminates the necessary cost and the time required for the transactions. Additionally, the target audience of a website is potentially worldwide and that way there are no geographical boundaries for the economic transactions.

The way to build a successful website is the major issue facing all enterprises contemplating web initiatives (Rosen and Purinton, 2004).

The functions of specific features as they contribute to website appeal to users have been the issue of many researches. Seven functions have been isolated that impact in customer loyalty to a site: (1) customization; (2) contact interactivity; (3) ‘cultivation’ (i.e. provision of information/ incentives to extend customer purchasing over time); (4) ‘care’ (operationally, features that keep customers informed of the availability of preferred products and/or of the status of orders, or that minimize service description); (5) provision of a structure to facilitate exchange of opinions/information; (6) product variety; (7) ‘character’ (i.e. text / graphics / slogans, etc. projecting an image or personality of the merchant). Interactivity has been widely proposed as a force for site

appeal (Blake et al, 2005). Russo and Graham (2004) had stated that the development of web-based applications is still mostly ad hoc.

Therefore, the model website should adequately inform the potential client on the variety of products and on the available stock of products and probably on specific price-offers (Andreopoulou and Kokkinakis, 2008) (Fig. 1). However, price-lists are sometimes avoided because the prices could be negotiable for regular clients and high quantities of fish ordered, as it is a sensitive product (Andreopoulou et al., 2007).

An important factor, which determines the success of a web page that supports commercial activities, is when the website designer comprehends the target audience that aims to attract, and various useful information are offered to the users in parallel (Calitz and Scheepers, 2002). In order to keep its customers a business must also provide a satisfying “shopping experience” that includes limited delays for the fulfilment of the transaction, simplicity and speed in finding goods or services in the website, etc. These are problems to be confronted within proper website structure features and also technical infrastructure of the IT system installed.

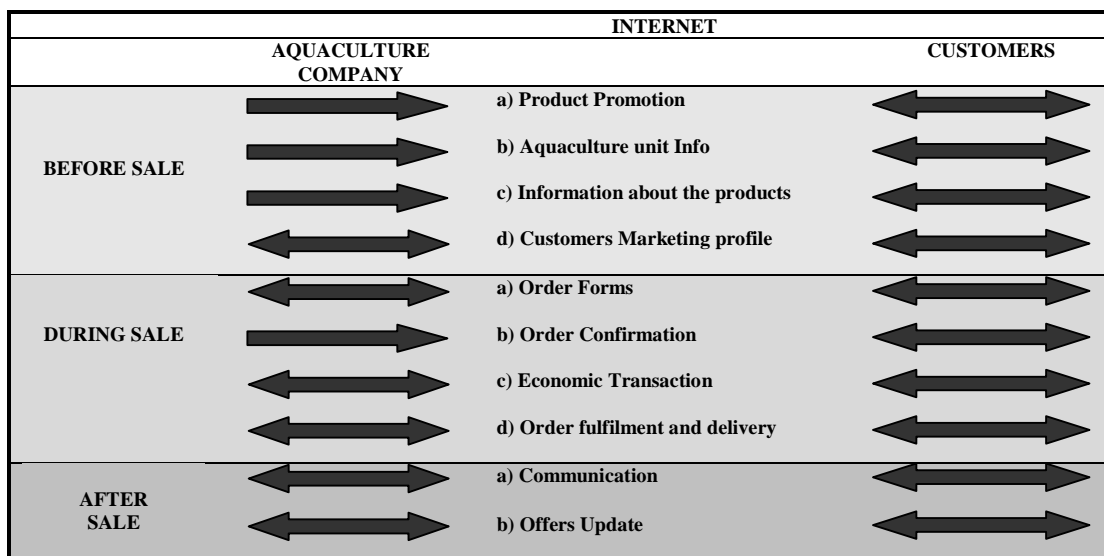


Figure 1. E-commerce model for aquaculture unit (Source: Andreopoulou & Kokkinakis, 2008)

In Greece, many private firms in aquaculture sector have created a website in various stages of maturity. This paper identifies Greek aquaculture websites, analyzes them qualitatively and quantitatively and classifies them in maturity stages.

MATERIALS AND METHODS

The websites of Greek Aquaculture firms used for this study were retrieved from the Internet with the use of search engines and key words such as, “aquaculture, aquaculture unit, aquaculture company, fish production, fish farming, fish culture, aquaculture production for the Greek territory.

In order to classify the websites it was used the Multicriteria methodology developed by Gartner Group that comprises 13 criteria. Similar research efforts have materialized for

the Greek context that aim to identify, evaluate and classify in maturity stages the websites that promote environmental and developing sectors (Andreopoulou et al., 2005; Andreopoulou et al., 2007, Andreopoulou et al., 2008). The criteria used are presenting in Table 1.

Consequently, a 2-dimensional table was developed that examine the existence of criteria and common content, as it was earlier described and the values of 1, for the existence, and 0, for the non existence of the criteria, were attributed to variables X_1 to X_{13} , respectively. Moreover, the sites were grouped in four (4) categories, each one representing a certain stage of maturity in using of e-commerce. These stages are: presence, interaction, transaction and transformation. The grouping is quantitative depending on which of the criteria achieves a web site. These stages can also identify the stages of maturity for these websites regarding the enhancement of e-business.

“Presence” is the stage that ensures that the site is accessible in many ways by all users that want to visit the site and interact with the interface in order to gain information. It is only ensured a presence in the Internet and advertisement purposes. It does not have, however no possibility of interaction and communication with its possible customers. “Interaction” addresses the engagement of site visitors and enables them to complete whatever process or experience offered by the site. Therefore, in the second stage of interaction, beyond the presence, there are some limited actions enabled for the user, such as navigation through the website and the provision of various links. “Transaction” is related with the e-shoppers experience in the purchasing process and payment orders. Thus, in the third stage of transaction there are enabled applications that enhance transactions where the final user can play a major role, such as electronic exchange of texts and self-services provided for the user. “Transformation” includes the quality of communication and transaction along with responsiveness and reliability to the potential customers. Therefore, in the fourth stage of transformation the value chain is optimised while users have the possibility for online orders and payments while they are simultaneously in position to check the stage of their order. According to that method, websites that achieve only one or two (1-2) criteria, classify in the stage of presence, while sites fulfilling additionally three or four (a total of 3-7) criteria belong in the stage of interaction; sites that accomplish five to seven (7-10) criteria belong in the stage of transaction, while site accomplishing the majority or all of the criteria, a rate eleven to thirteen (11-13), represent the stage of transformation (Andreopoulou et al., 2007). Finally, statistical analysis of the results was performed using the statistical package MS Excel 2003.

RESULTS

Research through search engines on the WWW resulted in the retrieval of 64 websites concerning aquaculture entities, such as production units, industries and similar carriers that support and promote e-business activities in the aquaculture sector in Greece.

Table 1. The 13 criteria that used for the classification of the Greek aquaculture web sites and their appearance percentage

Criteria /Variables	Main Characteristics of each criterion in the website	Percentage of each criteria appearance
X1	Technical information about products-services	31.3%
X2	Current prices for the products-services	0.0%
X3	Information about the carrier/owner of the website	98.4%
X4	Transaction policies and local information	15.6%
X5	Links to other companies, organisations, etc.	18.8%
X6	Links to other related sources of information	34.4%
X7	On line transactions (enabled with traditional ways of payment)	9.4%
X8	On line transactions (enabled with online payment)	0.0%
X9	On line communities (forums, chat rooms etc)	6.3%
X10	Additional topics with information on different categories of interest	18.8%
X11	Code Access: website areas where access is allowed only for members through codes or passwords	4.7%
X12	Third person advertisement	59.4%
X13	Personalization of the page, trace, safety	0.0%

Depending on the number of the 13 criteria achieved by a web site, websites are classified in four groups, representing a certain stage of maturity. The classification of the websites in the four stages of maturity is shown in Table 2.

Results show that most of the websites, a 72% are seeking for the moment only in a web presence for advertisement purposes (Fig. 2). Among those sites are included most of regional aquaculture units. This was expected because the main target of the regional sites is to give emphasis to general information concerning the type of their products and contact information for potential customers. A 25% is listed in the stage of Interaction and only 3 % in the stage of transaction while no website of aquaculture enterprise is listed in the stage of Transformation.

Table 2. Classification of websites in groups of maturity stages

Group	Group-1	Group-2	Group-3	Group-4
Maturity Stage	Presence stage	Interaction stage	Transaction stage	Transformation stage
Criteria achieved	1-2	3-7	8-10	11-13
Frequency	46	16	2	0
Percentage	72	25	3	0

Using the 13 content criteria, the percentage of each achieved criteria can be recognized, and it is presented in Table 1.

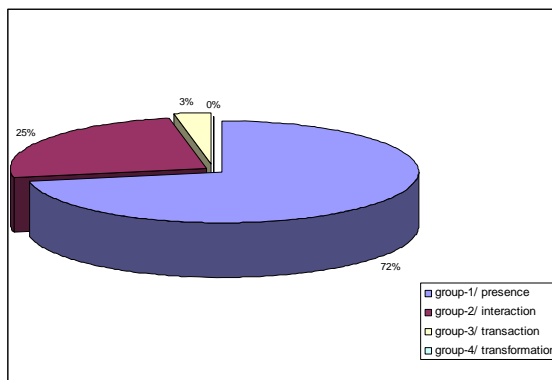


Figure 2. The four groups of aquaculture web sites.

It is then concluded that the largest frequency is being achieved for criteria such as existence of information about the carrier/owner of the website 98,4% and third person's advertisement 59,3%. There is no appearance of frequency found for criteria as current prices for the products or services supported by this web site, because of the changeable value of the product, the possibility for on line transactions enabled with online payment and potential personalization of the page, trace and, safety features. The identified links to other related elements and sources of information is usually either stock market information on the enterprise, economic information on the enterprise or merging activities or portals with focus on aquaculture issues and databases, international institutes, carriers, nongovernmental organizations, etc.

DISCUSSION - CONCLUSIONS

Aquaculture has to define new qualitative and quantitative targets and to adjust in the new trends with an increased organization level. The development of modern marketing methods can effectively contribute in the viability and the efficiency of the newly established aquaculture industry.

The websites are distinguished in only 3 out of 4 maturity stages. In the first stage of "presence, where the majority of the websites is classified 72%, the aquaculture enterprise seeks to ensure its presence in the Internet and to be advertised aiming to appeal potential customers. In the stage of interaction are classified 25% of the websites and the aquaculture enterprise, beyond its presence in the Internet, gives the possibility for search into its website as well as connection with other websites. The results illustrate that the majority of the aquaculture sector e-commerce targeted websites are only seeking in a web presence, and less in transaction or yet transformation. This is a consequence of many complicated and sometimes opposed factors. Similar findings have been identified by research within the websites that promote e-commerce activities in environmental sectors such as forestry and agriculture (Andreopoulou et al., 2005, Andreopoulou et al., 2008).

The results of this study are useful in order to realize, through the examination of the criteria, their effectiveness within the design and implementation of similar web sites, in order to fulfil certain features and characteristics and become more efficient within the wider area of aquaculture products.

REFERENCES

- Andreopoulou Z.S. (2006). Educational perspectives and the impact of information and communication technologies (ICT's) in an environmental government division, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 4(7), 721-732.
- Andreopoulou Z.S., Kokkinakis A.K. (2008). The adoption of e-commerce model for aquaculture units. Chapter in "Innovative Applications of Informatics in Agricultural sector & the Environment, Vol. 2". Hellenic Association of Information and Communication Technologies in Agriculture, food and Environment-Branch of northern, Greece, Vol. 2, 85-102.
- Andreopoulou Z.S., Kokkinakis A.K., Batzios Ch.A. (2007). Development of an internet-based system for commercial management in remote aquaculture units. Proc. 19th International Conference of E.E.E.E., June 2007, Arta, Greece, 1-15.
- Andreopoulou Z.S., Vlachopoulou M., Manos B., Vassiliadou S.S., Papathanassiou J. (2005). Website evaluation in the context of support and promotion for e-business in forestry sector. Proc. of Intern. Conf. on Inform. Techn. in Agriculture, Food and Environment (ITAFE), Adana, Turkey, October 2005, 1, 353-358.
- Andreopoulou Z.S., Tsekouropoulos G., Koutroumanidis T., Vlachopoulou M., Manos B. (2008). Typology for e-business activities in the agricultural sector. *International Journal of Business Information Systems*, 3(3), 231-251.
- Andreopoulou Z.S., Arabatzis G., Manos B., Sofios S. (2007). Promotion of rural regional development through the www. *International Journal of Applied Systems Studies*, 1(3), 290-304.
- Blake B.F., Kimberly A., Neuendorf C., Valdiserri M. (2005) Tailoring new websites to appeal to those most likely to shop online, *Technovation*, 25, 1205-1214.
- Calitz A., Scheepers B. (2002). A comparative analysis of e-commerce website development using two implementation methods. Proceedings of SAICSIT, 251.
- E.U. (2007). Information society, http://europa.eu/pol/infso/index_el.htm
- European Commission (2001). Directive 01/42/EC on Application of Strategic Environmental Assessment (SEA).
- European Commission (2002). Aquaculture in the European Union. EU, GD Fisheries, Leaflet No. KL-43-02-147-4Q-P
- European Union (2002). A strategy for the sustainable development of European aquaculture, Commission of the European Communities, Brussels, 19-9-2002.
- F.A.O. (2007). Application of the code of Conduct Article 9 in the Mediterranean. <http://www.fao.org/fi/website>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (O.E.C.D.) (1999). The economic and societal impacts of e-commerce, www.oecd.org
- Rosen D.E., Purinton E. (2004). Website design: Viewing the web as a cognitive landscape, *Journal of Business Research*, 57, 787-794.
- Russo N., Graham B. (1998). A first step in developing a Web application design methodology: understanding the environment, Proc. of the 6th Intern. Conf. on Information Systems Methodology, 25-27th August 1998, Salford University, Manchester, UK, Springer, London, UK, 24-33.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΟΣΤΡΑΚΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ

Σ. Ματσιώρη¹, Ν. Νεοφύτου¹, Χ. Νεοφύτου¹

¹Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, steriani@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι οστρακοκαλλιέργειες αποτελούν σήμερα, έναν από τους πλέον δυναμικούς και ραγδαία αναπτυσσόμενους κλάδους της εθνικής οικονομίας. Στο άμεσο μέλλον είναι άριστες οι προοπτικές για την ανάπτυξη της μεταποίησης των προϊόντων τους, με πολλαπλάσια οικονομικά οφέλη για την τοπική και εθνική οικονομία. Τα μύδια κατέχουν τη «μερίδα του λέοντος» όσον αφορά το ενδιαφέρον των επιχειρηματιών που δραστηριοποιούνται στον ευρύτερο κλάδο της εκτροφής οστρακοειδών. Η μυδοκαλλιέργεια, αποτελεί υπόδειγμα πετυχημένης δραστηριότητας του πρωτογενούς τομέα στην Ελλάδα. Παρόλα αυτά, η λήψη οποιουδήποτε επενδυτικού σχεδίου στον κλάδο, εκτός από την απαιτούμενη τεχνογνωσία, θα πρέπει να βασιστεί σε μια σειρά από καλά σχεδιασμένες αποφάσεις και ενέργειες διάθεσης πόρων. Για το σκοπό αυτό, εξετάσαμε την οικονομική βιωσιμότητα, τριών διαφορετικών εκτάσεων μυδοκαλλιεργειών (10, 15 και 20 στρεμμάτων) με διαφορετικό εξοπλισμό, χρησιμοποιώντας το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας, του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης και του Λόγου Ωφελειών προς Κόστος. Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι μυδοκαλλιέργειες των 15 στρεμμάτων κρίνονται οριακά ως βιώσιμες σε αντίθεση με τις μεγαλύτερες (≥ 20 στρεμμάτων), οι οποίες σε κάθε περίπτωση κρίνονται βιώσιμες ανεξαρτήτως του εξοπλισμού τους.

EQUIPMENT OF SHELLFISH FARMS IN RELATION TO THEIR VIABILITY

S. Matsiori¹, N. Neofitou¹, Ch. Neofitou¹

Department of Ichthyology and Aquatic Environment School of Agricultural Sciences University of
Thessaly Fytoko Street GR- 38446 N. Ionia Magnisias Greece, steriani@uth.gr

ABSTRACT

Shellfish farm is one of the fastest growing sectors with multiple economic benefits for local and national economy. Shellfish culture is one of the major Greek farming with significant investment opportunities and perspectives for further development. However, taking any investment plan in the sector, apart from the skills required should be based on a series of well planned actions and decisions. For these reason, in the frame of present study we investigate the economical viability of three different (in area and equipment) shellfish farms whit the use of Net Present Value Method, Internal Return Rate Method and Benefit Cost Ratio Method. In conclusion the shellfish of 15 acres are marginally viable as opposed to the larger (≥ 20 acres), which in each case are viable regardless of their equipment.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο «επενδυτικό σχέδιο» εννοείται μια σύνθετη δραστηριότητα που αναλαμβάνει κάποιος επιχειρηματίας ή επιχειρηματικός φορέας προκειμένου να παράγει αγαθά ή υπηρεσίες και απαιτεί μια σειρά από καλά σχεδιασμένες αποφάσεις και ενέργειες. Η σύνθεση των ενεργειών που πρέπει να γίνουν ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχή υλοποίηση μιας επιχειρηματικής ιδέας είναι αρκετά πολύπλοκη (Stutely, 2001). Επομένως, πριν τη λήψη απόφασης για την πραγματοποίηση ή όχι ενός επενδυτικού σχεδίου απαιτείται η αξιολόγησή του. Αναφορικά με αυτήν, ο επενδυτής συνήθως αντιμετωπίζει τα εξής δύο ερωτήματα:

- Είναι η δραστηριότητα οικονομικά βιώσιμη και αποδεκτή;
- Μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών δραστηριοτήτων ή επενδύσεων, που εξυπηρετούν τον ίδιο στόχο αλλά διαφέρουν ως προς τη ροή μετρητών, ποια είναι η πιο συμφέρουσα;

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η σύγκριση και ο έλεγχος της οικονομικής βιωσιμότητας διαφόρων επενδυτικών δραστηριοτήτων στον κλάδο των οστρεοκαλλιέργειών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη βιωσιμότητα τριών διαφορετικών σε έκταση μυδοκαλλιέργειών (10, 15 και 20 στρεμμάτων), οι οποίες μάλιστα διαθέτουν και διαφορετικό εξοπλισμό. Όσον αφορά στον τύπο του καϊκιού στην εργασία χρησιμοποιούνται τρία διαφορετικά είδη: πλαστικό, ξύλινο και μεταλλικό. Ανάλογα με την έκταση της μονάδας διαφοροποιείται και ο τύπος του παστρευτικού μηχανήματος. Οι μονάδες με έκταση μεγαλύτερη ή ίση με 15 στρέμματα θα πρέπει να διαθέτουν παστρευτικό τύπου Cochon πλήρες, με ογκομετρικό ενώ για τη μονάδα των 10 στρεμμάτων είναι αρκετό το μικρό συμβατικό παστρευτικό (παλαιού τύπου). Επίσης, η ταινία φόρτωσης των μυδιών δεν είναι απαραίτητη για τη μονάδα των 10 στρεμμάτων. Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις έχουν ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό του αρχικού κόστους της κάθε επένδυσης.

Για τον υπολογισμό των ετήσιων εξόδων της κάθε επένδυσης λήφθηκαν υπόψη το κόστος συντήρησης, το ύψος των αποσβέσεων, το κόστος λειτουργίας και ο φόρος που υποχρεούται, από τη νομοθεσία, να αποδίδει η κάθε εκμετάλλευση ετησίως. Το κόστος συντήρησης των συγκεκριμένων μηχανημάτων θεωρήθηκε ότι αποτελεί το 2% του κόστους κτήσης τους για τις θαλάσσιες εγκαταστάσεις και το 1% για τα μηχανήματα – πλωτά μέσα. Ειδικά για το κόστος συντήρησης του σκαριού του καϊκιού χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικοί συντελεστές ανάλογα με τον τύπο αυτού (2% για το ξύλινο, 1,5% για το μεταλλικό και 1% για το πλαστικό).

Ο υπολογισμός του ύψους της ετήσιας απόσβεσης έγινε με τη βοήθεια της σταθερής μεθόδου και χρησιμοποιήθηκε συντελεστής 5% για τις θαλάσσιες εγκαταστάσεις και 3% για τα μηχανήματα – πλωτά μέσα. Για τον υπολογισμό των λειτουργικών εξόδων λήφθηκαν υπόψη: τα έξοδα κίνησης των καϊκιών, τα οποία διαφοροποιήθηκαν ανάλογα με τον τύπο του καϊκιού, οι ετήσιες παροχές του μόνιμου και έκτακτου προσωπικού που θα απασχολείται στις καλλιέργειες, το ετήσιο μίσθωμα και τα διάφορα έξοδα που προκύπτουν κατά τη λειτουργία των μονάδων. Το επιτόκιο προεξόφλησης των ετήσιων ροών που λήφθηκε υπόψη για τον υπολογισμό των επενδυτικών κριτηρίων είναι 6% (δηλ. το επιτόκιο δανεισμού των πάγιων κεφαλαίων). Για τον υπολογισμό των καθαρών ταμειακών ροών μετά από φόρους (που χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό των επενδυτικών κριτηρίων) χρησιμοποιήθηκε η έμμεση μέθοδος (Indirect Method).

Για τον έλεγχο της οικονομικής βιωσιμότητας των επενδυτικών δραστηριοτήτων, που εξετάζει η παρούσα εργασία, αρχικά έγινε συγκριτική παρουσίαση των ωφελειών και δαπανών που θα προκύψουν από κάθε καλλιέργεια και στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων. Το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) (Net Present Value) έχει ευρέως απασχολήσει τη διεθνή βιβλιογραφία και έχει

χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων και αποτελεί ένδειξη της προοπτικής κερδοφορίας του επενδυτικού σχεδίου (Ryan and Ryan, 2002). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή οι καθαρές ταμιακές ροές μιας επένδυσης ανάγονται στη χρονική στιγμή t_0 , λαμβάνοντας υπόψη και το κόστος του αρχικού κεφαλαίου, και το αλγεβρικό άθροισμα όλων αυτών αποτελεί την καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης (Moyer et al., 2006). Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$NPV = -C_{in} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} \quad (1)$$

Όπου: C_{in} αρχική επένδυση, F_t ετήσιο καθαρό όφελος, N οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης και d επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου).

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- $KPA > 0$: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικό κύκλο ζωής, N , και επιθυμητό βαθμό απόδοσης της επένδυσης, d).
- $KPA = 0$: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d .
- $KPA < 0$: Η επένδυση είναι αντιοικονομική.

Για την καλύτερη συγκριτική παρουσίαση των διαφόρων τύπων εξοπλισμού των οστρακοκαλλιεργειών, χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα κριτήρια του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Internal Rate of Return) και του Λόγου Ωφελειών προς Δαπάνες (ΛΩΚ) (Benefit – Cost Ratio). Ο ΕΒΑ είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο, όπου η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών εξισώνεται με την παρούσα αξία των εκροών και συσχετίζει την απόδοση της επένδυσης με το κόστος του κεφαλαίου της (Fama and French, 1999). Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης

$$NPV_{d=IRR} = 0 \quad (2)$$

Όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται από την εξίσωση 1, ενώ η ένδειξη $d=IRR$ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς d .

Όταν ο ΕΒΑ είναι μεγαλύτερος από το κόστος του κεφαλαίου, η επένδυση γίνεται αποδεκτή, όταν είναι μικρότερος απορρίπτεται και όταν είναι ίσος με αυτό είναι οριακή και αξιολογείται κατά περίπτωση. Από την άλλη πλευρά μια δραστηριότητα θεωρείται οικονομικά αποδεκτή αν ο ΛΩΚ είναι μεγαλύτερος της μονάδας. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του λόγου τόσο μεγαλύτερα αναμένονται τα κέρδη σε σχέση με τις απαιτούμενες δαπάνες. Ο λόγος αυτός ορίζεται από τη σχέση

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}} \quad (3)$$

Όπου: B_t το όφελος κατά το έτος t και C_t κόστος κατά το έτος t (η τιμή C_0 αντιστοιχεί στην αρχική επένδυση).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για τον έλεγχο της οικονομικής βιωσιμότητας των επενδυτικών δραστηριοτήτων, που εξετάζει η παρούσα εργασία, αρχικά έγινε συγκριτική παρουσίαση των ωφελειών και δαπανών που θα προκύψουν από κάθε καλλιέργεια.

Οι μυδοκαλλιέργειες των 10 στρεμμάτων που διέθεταν καΐκι παρουσιάζουν αρνητικές ταμιακές ροές (Πιν. 1) κυρίως λόγω του γεγονότος ότι δεν μπορούν να επιτύχουν υψηλή παραγωγή λόγω της μικρής τους στρεμματικής έκτασης. Ως εκ τούτου τα συνολικά ετήσια έξοδά της υπερβαίνουν τα αντίστοιχα έσοδα με αποτέλεσμα να εμφανίζει αρνητικά κέρδη σε όλη τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Τα υψηλά έξοδα κυρίως οφείλονται στην ύπαρξη ιδιόκτητου καΐκιού πλήρως εξοπλισμένου. Για το λόγο αυτό κρίθηκαν ως μη βιώσιμες και δεν προχωρήσαμε στον υπολογισμό των κριτηρίων και στην αξιολόγησή τους με αυτά.

Πίνακας 1. Αποτέλεσμα χρήσης για τις μυδοκαλλιέργειες των 10 στρεμμάτων

	10 στρεμ. καΐκι πλαστικό	10 στρεμ. καΐκι ξύλινο	10 στρεμ. καΐκι σιδερένιο
ΕΣΟΔΑ	24000*	24000*	24000*
ΕΞΟΔΑ	32.646	32.259	33.864
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΧΡΗΣΗΣ	-8.646 €	-8.259 €	-9.864 €
*60.000Kg X 0,40€			
	Ταμειακές ροές (cash –flow), για 3 έτη		
1ο Έτος	-8.646 €	-8.259 €	-9.864 €
2ο Έτος	-8.646 €	-8.259 €	-9.864 €
3ο Έτος	-8.646 €	-8.259 €	-9.864 €

Αντίθετα, ο υπολογισμός του οικονομικού ετήσιου αποτελέσματος για τις μυδοκαλλιέργειες των 15 και 20 στρεμμάτων (με διαφορετικού τύπου καΐκι έδειξε ότι όλες ήταν αρχικά **βιώσιμες**. Τα συνολικά ετήσια καθαρά έσοδά της πριν και μετά τη φορολόγησή τους δίνονται στον Πίνακα 2. Η περαιτέρω αύξηση των καθαρών ετήσιων κερδών τους θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ενοικίαση καΐκιού από άλλες μονάδες. Στην περίπτωση αυτή το αποτέλεσμα χρήσης θα υπερδιπλασιάζονταν για όλες τις μονάδες.

Πίνακας 2. Αποτέλεσμα χρήσης για τις μυδοκαλλιέργειες των 15 και 20 στρεμμάτων

	15 στρεμ. καΐκι πλαστικό	15 στρεμ. καΐκι ξύλινο	15 στρεμ. καΐκι σιδερένιο	20 στρεμ. καΐκι πλαστικό	20 στρεμ. καΐκι ξύλινο	20 στρεμ. καΐκι σιδερένιο
ΕΣΟΔΑ	44.000 ¹	44.000 ¹	44.000 ¹	64000 ²	64000 ²	64000 ²
ΕΞΟΔΑ	36.256	35.676	37.716	38.816	38.043	40.518
ΕΞΟΔΑ - ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	28.607	28.341	29.752	30.856	30.398	32.243
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	15.393	15.659	14.248	33.144	33.602	31.757
ΦΟΡΟΣ	3.386,54	3.44,881	3.134,58	7.292	7.392,53	6.986,50

ΚΕΡΔΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΦΟΡΟΥΣ	12.007	12.214	11.114	25.852	26.210	24.770
ΚΕΡΔΗ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΦΟΡΟΥΣ + ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	19.656	19.548	19.078	33.812	33.855	33.046
¹ 110.000Kg X 0,40€και ² 160.000Kg X 0,40€						
Ταμειακές ροές (cash –flow), για 3 έτη						
1ο Έτος	7.744 €	8.324 €	6.284 €	25.184 €	25.957 €	23.482 €
2ο Έτος	7.744 €	8.324 €	6.284 €	25.184 €	25.957 €	23.482 €
3ο Έτος	7.744 €	8.324 €	6.284 €	25.184 €	25.957 €	23.482 €

Για την πληρέστερη διερεύνηση των ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας εργασίας αποφασίστηκε να παρουσιαστεί και ένα ακόμα παράδειγμα μιας μυδοκαλλιέργειας 10 στρεμμάτων, η οποία δεν είχε στην κατοχή της ιδιόκτητο σκαρί. Η μονάδα αυτή είχε θετικό ετήσιο αποτέλεσμα χρήσης, γεγονός που κρίνει την επιχείρηση αρχικά βιώσιμη (Πιν. 3).

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση ευαισθησίας και υπολογίστηκε η NPV για διάφορα επιτόκια προεξόφλησης ($\pm 1\%$, ενώ αυξήθηκε το επιτόκιο μέχρι να γίνει αρνητική η τιμή της NPV για όλες τις μονάδες). Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας, έτσι ώστε ο συντελεστής προεξόφλησης να αντικατοπτρίζει πιθανές μεταβολές των μεταβλητών που επηρεάζουν το κόστος κεφαλαίων της επιχείρησης. Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται η ευαισθησία των αποτελεσμάτων της οικονομικής αξιολόγησης για διάφορες τιμές του επιτοκίου και προσδιορίζεται το επιτόκιο που κάνει αρνητική την NPV.

Πίνακας 3. Αποτέλεσμα χρήσης για μυδοκαλλιέργειες των 10 στρεμμάτων χωρίς ιδιόκτητο σκάφος

	10 στρεμ. χωρίς ιδιόκτητο καΐκι
ΕΣΟΔΑ	24000 *
ΕΞΟΔΑ	10.489
ΕΞΟΔΑ - ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	8.105
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	15.895
ΦΟΡΟΣ	3496,87
ΚΕΡΔΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΦΟΡΟΥΣ	4.608
ΚΕΡΔΗ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΦΟΡΟΥΣ + ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	6.993
* 60.000 Kg X 0,40€	
	Ταμειακές ροές (cash –flow), για 3 έτη
1ο Έτος	7.744 €
2ο Έτος	7.744 €
3ο Έτος	7.744 €

Πίνακας 4. Υπολογισμός των κριτηρίων αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων της έρευνας

	15 στρεμ. καΐκι πλαστικό	15 στρεμ. καΐκι ξύλινο	15 στρεμ. καΐκι σιδερένιο	20 στρεμ. καΐκι πλαστικό	20 στρεμ. καΐκι ξύλινο	20 στρεμ. καΐκι σιδερένιο	10 στρεμ.χωρίς ιδιόκτητο καΐκι
NPV	39.430,03	47.931,36	22.014,81	217.394,18	227.854,43	197.530,31	35.497,88
IRR	8%	8%	7%	14%	15%	13%	12%
BCR	0,82	0,84	0,79	1,06	1,09	1,03	1,396

Πίνακας 5: Ανάλυση ευαισθησίας της Καθαρής Παρούσας Αξίας

Έκτα- ση	Είδος καΐκιού	ΚΠΑ € ρ=6%	ΚΠΑ € ρ=5%	ΚΠΑ € ρ=7%	ΚΠ € ρ=8%	ΚΠΑ € ρ=9%	ΚΠΑ € ρ=10%	ΚΠΑ € ρ=20%
15 στρεμ	Πλαστι- κό	39.430	69.901	14.155	-6.929			
	Ξύλινο	47.932	78.317	22.714	1.666	-15.999		
	Σιδερέ- νιο	22.015	51.434	-124.715				
20 στρεμ.	Πλαστι- κό	217.394	271.234	172.519	134.878	103.113	76.148	-55.528
	Ξύλινο	227.855	281.859	182.827	113.148	86.059	-46.601	
	Σιδερέ- νιο	97.530	250.006	153.813	86.252	60.031	-67.460	
10 στρέμματα χωρίς ιδιόκτητο καΐκι		36.647	27.444	19.736	13.241	7.738	-18.826	

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη συγκριτική παρουσίαση των έντεκα παραδειγμάτων γίνεται φανερό ότι η μικρής έκτασης μυδοκαλλιέργειες δεν έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν την αγορά καΐκιού λόγω του υψηλού κόστους που αυτό συνεπάγεται και της χαμηλής παραγωγής τους. Για το σκοπό αυτό παρουσιάστηκε ένα επιπλέον παράδειγμα μιας μυδοκαλλιέργειας 10 στρεμμάτων, η οποία δεν είχε στην κατοχή της ιδιόκτητο σκαρί. Η μονάδα αυτή είχε θετικό ετήσιο αποτέλεσμα χρήσης, γεγονός που κρίνει την επιχείρηση αρχικά βιώσιμη. Το γεγονός αυτό ενισχύει την άποψη ότι οι μικρές μονάδες δε θα πρέπει να έχουν στην κατοχή τους ιδιόκτητο καΐκι αλλά να καλύπτουν τις ανάγκες τους με ενοικίαση του απαιτούμενου εξοπλισμού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, με τη βοήθεια του ΛΩΚ, οι καλλιέργειες των 15 στρεμμάτων παρόλο που εμφανίζουν θετικά καθαρά ετήσια αποτελέσματα χρήσης, δεν μπορούν τελικά να κριθούν βιώσιμες σε βάθος χρόνου. Τα υψηλά έξοδα που υφίστανται, τα οποία οφείλονται κυρίως στην ύπαρξη ιδιόκτητου καΐκιού, καθιστούν τελικά αμφίβολη τη βιωσιμότητά τους, αντίθετα και με τις τρεις

μονάδες των 20 στρεμμάτων. Το γεγονός ενισχύει την άποψη ότι μόνο οι μεγάλες σε έκταση καλλιέργειες πρέπει να διαθέτουν ιδιόκτητα καΐκια αλλά και την ανάγκη της ύπαρξης μεγάλων σε έκταση μυδοκαλλιιεργειών, οι οποίες έχουν υψηλά έσοδα ικανά να καλύψουν τα έξοδα λειτουργίας τους.

Από τον Πίνακα 4 γίνεται φανερό ότι, με καθαρά οικονομικά κριτήρια, οι καλλιέργειες με ξύλινο καΐκι φαίνεται να έχουν τις υψηλότερες ΚΠΑ και να επιλέγονται. Η ΚΠΑ των μονάδων που διαθέτουν καΐκι με πλαστικό σκαρί είναι σχετικά κοντά σε αυτή των ξύλινων και επειδή στην πράξη τα καΐκια με πλαστικό σκαρί απαιτούν λιγότερη συντήρηση, η επένδυση αυτού του τύπου δεν πρέπει να αποκλείεται, αλλά να ενισχύεται.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας (Πίν. 5) φαίνεται ότι η πιο ευαίσθητη επένδυση, στις μεταβολές του επιτοκίου προεξόφλησης, είναι η καλλιέργεια των 15 στρεμμάτων με ιδιόκτητο σιδερένιο καΐκι, ενώ η λιγότερο ευαίσθητη είναι η καλλιέργεια των 20 στρεμμάτων με πλαστικό καΐκι, γεγονός που ενισχύει τα όσα ειπώθηκαν παραπάνω.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Fama E.F. and K.R. French, (1996). The Corporate Cost of Capital and the Return on Corporate Investment. *The Journal of Finance* 54(6):1939-1967.
- Moyer C. R., R.J. McGuigan, and J.W. Kretlow, (2006). *Contemporary Financial Management 10th ed.*, Tomson South-Western, Ohio.
- Ryan P.A. and G.P. Eyan, (2002). Capital budgeting practices of the Fortune 1000: How have things changed? *Journal of business and Management*, 8(4):152-168.
- Stutely R., (2001). *The definitive business plan. 2nd ed.*, Prentice Hall, London

INVESTIGATION OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FISHERIES MARKET IN THE URBAN AREA OF VOLOS.

D. P. Volidis¹ and K. Polymeros²

¹MSc candidate, University of Thessaly, Dept. of Agriculture Ichthyology and Aquatic Environment

² Assistant Professor, University of Thessaly, Dept. of Agriculture Ichthyology and Aquatic Environment

ABSTRACT

Fisheries sector plays a vital role in the Greek agricultural economy, as well as in the food industry, the final link from sea and farm to table. The later has an advantage to influence the buying and eating habits of the customers and also fulfils the common interest that is to provide, the nutritious and healthful food products, such as fish is, to the consumers. However, during the last few years, fisheries market has been positioned in a highly competitive environment, due to increasing environmental concerns, food industry structural changes, increasing availability of aquaculture products and expansion of supermarkets in fish retail. These factors also seem to have a significant impact on fisheries supply and on purchasing behaviour of consumers. This study aims at identifying the structural features of fisheries market in the urban area of Volos, which is considered among the major Greek fisheries supply centers. On this account, a questionnaire is distributed to more than 200 inhabitants of Volos. The collected data are classified and statistically analyzed in order to investigate the market structure and marketing channels as well as the qualitative characteristics of consumers' purchasing behavior towards fisheries products. The results of this study could be useful by the marketing managers and policy makers in order to develop marketing strategies concerning the fisheries market.

¹ MSc candidate, University of Thessaly, Dept. of Agriculture Ichthyology and Aquatic Environment

² Assistant Professor, University of Thessaly, Dept. of Agriculture Ichthyology and Aquatic Environment

AN INVESTIGATION OF SNAILS MARKET-SHARES IN THE E.U MARKET

Il. Mandalos, K. Polymeros, M. Hatzioannou
University of Thessaly, Dept. of Ichthyology and Aquatic Environment

ABSTRACT

Nowadays, the world market today, more than ever, reveals important possibilities in increasing trade activities among all participating countries, increasing also the competition between the production sectors and the individual products as well. Thus, all countries focus to maximize the benefits of this continuing increase of the global market size in order to increase their export market-shares in specific target-markets. Fisheries sector portrays a dynamic position and Greek fisheries exports present a satisfactory level over the last fifteen years. Fisheries sector includes the species of snails whose demand recently reveals an increasing interest because they considered as high nutrition value products. The aim of this study is the investigation of the market-shares of snails in the E.U. market. In specific, an attempt is made in order to estimate the total imports of snails in the E.U. market to identify the main exporting countries to evaluate the export market-shares of each exporting country and to examine the dynamics of exports of the main exporting countries towards the E.U. market. Findings reveal that the total imports of E.U. presents an upward trend over the last fifteen years. According to the estimated export market-shares the main exporting countries are Morocco, Bulgaria, FYROM, Turkey, Hungary, Tunisia and Greece. Regarding Greek exports, French market seems to constitute the most important destination for Greek snail exports. Although, Greeks exports presented an upward trend to this market for eight years, the last three years present an important decline.

Session 3

3^η Θεματική Ενότητα

Siting and carrying capacity-Environment

Επιλογή θέσης εγκατάστασης Υδατοκαλλιεργητικής

Μονάδας - Φέρουσα Ικανότητα Οικοσυστήματος -

Περιβάλλον

Chairpersons: Dr. Panagiota Panagiotaki – Dr. Stella Matsiori

Προεδρείο: Δρ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη – Δρ. Στεριανή Ματσιώρη

Invited Speaker: Dr. Nikolaos Neofitou

Προσκεκλημένος Ομιλητής: Δρ. Nikolaos Νεοφύτου

SITING AND CARRYING CAPACITY – ENVIRONMENT

N. Neofitou

Department of Ichthyology and Aquatic Environment, School of Agriculture, University of Thessaly, Fytokou str., N. Ionia, 38446 Volos, Greece. Tel./fax: +30 24210 93068, e-mail: nikneof@uth.gr

World aquaculture has grown from a few million tones annually in the 1950s to nearly 60 million tones in 2004 (FAO 2006). The culture of marine and anadromous fish in sea-cage farms is widespread in northern Europe. Norway is presently the leading producer of fish; in 2004 over 600,000 t of salmon and sea trout were produced in 870 concessions, while 285 concessions farmed other species such as cod, halibut and arctic char (NFD 2005). The Mediterranean Sea supports over 500 sea-cage farms producing more than 160,000 t year⁻¹ of sea bream and sea bass in Greece, Spain, Italy, France, Turkey and numerous other countries. Tuna ranching operations exist in eight countries in the Mediterranean; approximately 225,000 t year⁻¹ of small, wild caught pelagic fish are used to fatten an initial biomass of 15,000-20,000 t of wild-caught tuna (Borg and Schembri 2006).

Human plans to expand aquaculture further, to increase seafood supplies, create jobs and reduce the trade deficit of the earth in seafood products. As this expansion occurs, finding suitable locations for aquaculture installations in coastal areas, and managing the interaction of aquaculture with other users of the coastal zone will become increasingly important (Stead et al. 2002).

There are two aspects to integrating the diverse array of aquaculture that exists throughout the world within coastal space and managing its interactions with other users of the coastal zone: 1) planning of the site allocation for aquaculture activities, and 2) management of the interactions of installations, the environment and other users once they have been set up. As the environmental effects of aquaculture will interact with those of other activities, integrated management, where the users and environmental effects of all users of coastal activities are considered simultaneously, may reduce conflicts and minimize negative environmental effects.

Ecological requirements should dictate first and foremost the position and extent of aquaculture in the coastal zone (Costa Pierce 2002; Guneroglu et al. 2005). Siting criteria should be based on “ecological carrying capacities” or the ability of the ecosystem to absorb anthropogenic pressures with no major changes to ecosystem functions and processes. A suite of environmental impacts caused by coastal aquaculture must be incorporated into this process to determine how habitat and biodiversity modification caused by aquaculture can best be managed and mitigated.

Once ecological criteria are established, aquaculture can then search for suitable space that minimizes conflict with the myriad of other users of coastal waters, such as shipping, fishing, recreational activities and industry (Fig. 1).

Beveridge (1984) was the first to apply the concept of carrying capacity to marine aquaculture. Although initial efforts were focused on freshwater aquaculture, more general models were developed and applied to freshwater and marine applications (Beveridge 1987, 2004). Although extensive modeling work has been done, it remains clear that prediction of the carrying capacity of a particulate site is very difficult.

Unpredicted or unknown local site conditions may significantly modify the performance of a site.

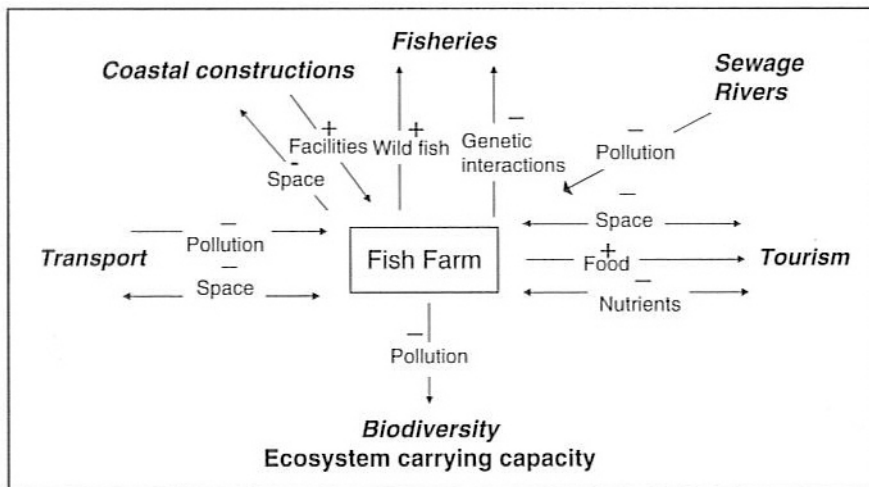


Fig. 1 Positive and negative interactions concerning space and environmental impacts between aquaculture and other coastal users.

Siting has significant potential to determine the risk of environmental impacts associated with marine aquaculture. Site selection to minimize environmental impacts may have to balance conflicting goals. For example high-energy, exposed sites tend to reduce impacts associated with benthic deposition of wastes, but because the sites are exposed they may increase the risk of storm damage and fish escapes or compromise worker safety.

Better Management Practices (BMPs) for siting are:

- Conduct baseline environmental site surveys*

Conduct site surveys to characterize the aquatic ecosystem, the habitat that occurs on and around the site and the prevailing meteorological and hydrographic condition and confirm that site conditions are appropriate for the cultured species. Site characteristics, especially current patterns, will affect the efficiency of feed utilization (and therefore waste production) and the accumulation or dispersal of wastes. In the survey, include multiple sampling stations that extend to all areas of the proposed site. Include at least a reference site away from the proposed farm site. Collect an adequate number of replicate samples at each station to provide a statistically valid sample. The number of required sampling stations and replicates will vary depending on the size of the proposed site and degree of variation in conditions over the site. Larger sites with greater variance require more sampling stations. Document water depths, bottom types, water circulation patterns and currents speed around the site. Characterize the species composition, diversity and abundance of benthic infauna and epibenthic macrofauna and flora at all sampling stations. Site surveys must include a characterization of the predominant seasonal whether patterns and expected associated sea states. Document maximum wind

fetch for all compass directions. Calculate maximum wave heights based on fetch, water depth and a range of expected maximum wind speeds and durations. Examine drogue, current-speed and whether-pattern data carefully to determine the probability that strong winds and currents may occur in opposing directions. Such opposing patterns can result in wave heights larger than those predicted using the traditional wind-fetch method. Waves generated by opposing wind and current directions also tend to be short periods in nature and vary steep. Such waves can have significant destructive power. At minimum, measure temperature, dissolved oxygen, salinity and turbidity over the full depth profile at the site. Water quality and currents must be well within the tolerance limits of the species cultured. Inappropriate sites can result in excessive energy use, increased feed conversion and stress and more waste production.

- *Avoid sites with frequent or extreme weather or sea-state conditions*
Extreme conditions can limit access to the farm site. Fish farmers must be able to routinely observe and access fish and cages for a number of reasons. Routine observation of farm animal behavior is one of the centre principles of animal husbandry and stewardship. Behavioral shifts are often the first indication of fish stress and disease. Producers must also be able to routinely access fish to sample for growth, feed conversion calculations and diseases monitoring. Producers must be able to access sites regularly to inspect and maintain cages and mooring equipment.
- *Select sites with good water exchange that are not depositional environments*
Adequate water velocities will disperse solid wastes, ensure water quality and reduce the probability that the local carrying capacity of the site is exceeded. Whether a site is depositional or erosional depends on current velocity, storm frequency and magnitude, hydrography and local circulation patterns, among other factors. Bottom type and granulometry can be used to determine whether a site is depositional or erosional. In general, soft mud or clay is indicative of depositional sites. Hard sand, gravel or, cobble generally indicate erosional sites. Sites often consist of a mix of depositional and erosional areas. Map the bottom sediment type to determine deposition and erosion within a proposed site. Select sites that maximize areas of erosion and minimize depositional areas. Current velocities on erosional sites should not cause anchor scouring and increase the risk of mooring failure. Confirm that current velocities on sites of erosion will not significantly exceed typical swimming speeds for the species to be cultured. Consistent currents in excess of species-specific average swimming speeds will cause unnecessary stress and may lead to poor feed conversion. Sites with episodic current events that exceed species-specific average swimming speed may be acceptable provided that events are of short duration and do not exceed species-specific average swimming speed or cause animal fatigue or exhaustion. An examination of the bottom sediment types is the best way to assess whether a site is depositional or erosional.

- Select sites with water depths at least twice that of the cages*

Adequate water depth, combined with good water exchange rates, helps disperse solid wastes and allow good water flow through a cage. Site depth is usually a trade-off between these advantages and the cost of mooring systems in deep water. Cages close to the sea floor also may have low water flow, be prone to snagging and tearing of the cage bottom and provide greater risk of entanglement of benthic organisms. As water depth increases, maximum wave height and length may increase, requiring substantially heavier mooring systems. Increased depths may also require greater anchor scope to maintain appropriate mooring line and anchor attack angles.
- Select sites with appropriate bottom type and profile*

Appropriate bottom characteristics allow adequate mooring of the structures proposed for deployment over the expected range of sea states. A wide variety of mooring methods and equipment have been used to anchor cage systems. Although it is important to choose the appropriate anchor design for a particular bottom type there are certain bottom types that are particularly problematic. Bottom profiles are also very important. Anchoring cage systems on the edge of steep bottom drop-offs can be difficult. Anchors near or over the drop-off may slide into deeper water, increasing mooring tension and causing mooring failure or pulling the cage under water, allowing fish to escape.
- Do not site facilities in areas subject to harmful algal blooms*

Algae – specifically phytoplankton – are of overwhelming importance to the functioning of aquatic and marine ecosystems. However, in some instances algal communities can have significant negative effects. In addition to well-known threats to public health from potent algal toxins that accumulate in shellfish, algae may affect finfish aquaculture by causing dissolved oxygen depletions, physically damaging fish gills or poisoning fish with toxins. Although problems with harmful algal blooms are primarily an operational problem, loss of fish to harmful algae is wasteful of the resources used to grow fish and therefore, reduces the environmental efficiency of food production. Algal blooms can cause dissolved oxygen depletions in two ways. First, dense blooms that suddenly die can impose high oxygen demands as the dead phytoplankton decompose. Sudden algal die-offs can deplete local areas of dissolved oxygen until new water flushes the area. Phytoplankton may also cause low dissolved oxygen concentrations through the normal daily cycle of photosynthesis and respiration. If blooms become excessively dense, daytime oxygen production in algal photosynthesis may not offset total daily community respiration and oxygen may become depleted. Site selection to avoid harmful algal blooms is difficult because episodes are sporadic and highly unpredictable. Areas with poor water circulation allow blooms to remain in the vicinity of the facility and yet strong currents may transport harmful blooms into the local area from areas where they initially developed.

- *Avoid sites where culture activities will negatively impact sensitive populations of fish, birds, or other wildlife*
Examine biological site survey data and any other available historical or survey data to evaluate the presence, distribution and abundance of threatened or endangered species or critical habitat that may be negatively affected by a cage farming operation. Examples of potential negative impacts include escapes and interbreeding of farm animals with endangered conspecifics, transmission of pathogens to migratory juveniles and modification of sensitive habitats through localized benthic deposition. Select sites that minimize the potential for these types of impacts.
- *Select sites away from concentrations of predators and pests*
Document and consider the local distribution and prevalence of potential pests and predators for the species to be farmed. Sites located near natural concentrations of predators or pests may result in increased losses of cultured animals and adverse interactions with predator populations. Avoid sites in close proximity to other fish farms or high wild fish concentrations that may harbor or attract predators or pests. Where possible identify any intermediate pest hosts and avoid areas in which these hosts may occur.

The role of BMPs in aquaculture has been similar to that in other industries. They have been promoted by governments, development agencies, input suppliers, industry groups and academics, as a way to reduce costs and waste, increase income, reduce pollution, produce high quality products, gain or maintain access to new markets and obtain regulatory relief. The assumption is that BMPs produce positive, verifiable and predictable results on the ground. The value of BMPs in measurably reducing key impacts is rarely monitored and therefore is much less clear than whether they have been adopted. Most BMP-based programs measure compliance (e.g., was a practice adopted) rather than performance.

Better management practices are better than worse practices. No surprise there. They are also better than either good or bad aquaculture practices. They are not, however, a credible proxy for performance. If we are to strategically reduce the most significant impacts from aquaculture production, we must first agree on what they are. Science-based consensus is very important on this issue, particularly when there is so much information of dubious value in the public domain and even in peer-reviewed articles.

As important, innovation comes from metrics. Innovation comes from clearly agreeing on and defining a problem and letting each producer find the best way to achieve acceptable performance levels. Setting challenging performance standards, not identifying a set of BMPs, will be key to the future of sustainable aquaculture, because as soon as a BMP is written in stone, it is obsolete.

REFERENCES

- Beveridge MCM, 1984. Cage and Pen Fish Farming: Carrying Capacity Models and Environmental Impact. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries Paper 225. FAO, Rome
- Beveridge MCM, 1987. Cage Aquaculture, 1st Edition. Surry, England: Fishing News Books
- Beveridge MCM, 2004. Cage Aquaculture, 3rd Edition. Surry, England: Fishing News Books
- Borg JA and PJ Schembri, 2006. Environmental aspects of tuna farming in Europe. Environmental Status of Marine Aquaculture in Europe Workshop, Menorca, Spain, 2006, Extended abstract, 4 pp
- Costa-Pierce BA, 2002. Ecological Aquaculture. Blackwell, Oxford
- FAO, 2006. Fishtat Plus. Aquaculture production: quantities 1950-2004. FAO, Rome
- Guneroğlu A., E. Kose, C. Erüz, E. Basar, S. Erkebay and F. Karsli, 2005. Use of geographic information system (GIS) to select fish cage farming sites in Sürmene Bay, Black Sea. The Israeli Journal of Aquaculture. Bamidgah 57(2): 81-89
- Norwegian Fisheries Directorate, 2005. Statistics for Aquaculture 2004. http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/kystzone_og_havbruk/statistikk
- Stead S.M., G. Burnell and P. Gouletquer, 2002. Aquaculture and its role in integrated coastal zone management. *Aquaculture International* 10: 447-468.

THE ESTUARINE REGION OF AXIOS AND ALIAKMON RIVERS (NORTHERN GREECE) AS NURSERY GROUND FOR THE INDIGENOUS SHRIMP *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (FORSKAL, 1775)

Katsiki Foteini¹, S.D. Klaoudatos², D.S. Klaoudatos³, Ch. Neofitou² and P. Panagiotaki²

¹ Department of Tech. of Fisheries & Aquaculture, Technological Educational Institution, N. Moudania, Halkidiki. fotkat@hotmail.com

² University of Thessaly, School of Agriculture Department of Agriculture ichthyology and Aquatic environment

³ Insitute of Marine Biological Resources., Hellenic Centre for Marine Research, dklaoudatos@ath.hcmr.gr

ABSTRACT

The indigenous shrimp *Melicertus kerathurus* is a species of high commercial value in the Mediterranean Sea and particularly in Greek coastal and medium fisheries. Post larvae and juveniles find shelter in the shallow protected areas in the estuaries of Axios and Aliakmon rivers of Thermaikos Gulf, from the beginning of summer until the end of autumn. The larvae remain in these nursery areas until the completion of their juvenile stage, when they start to migrate towards the open sea in order to find protection from the winter low water temperatures. The young shrimps remain in the open waters until the onset of next summer, when they start a new reproductive cycle. Thermaikos Gulf is characterized by physicochemical parameter fluctuation and eutrophication, caused by nutrient input from Axios and Aliakmon rivers influencing its sediment composition. The sediment of Axios river is muddy reducing, whereas the benthic substrate of Aliakmon river is comprised of a sandy well oxidizing sediment. The estuarine area of both rivers comprises of a natural shelter for the sensitive early stages of the indigenous shrimp and is characterized by the seasonal variations of its physicochemical parameters which satisfy species needs. During the past years shrimp landings were substantially reduced owing to over fishing, anthropogenic activities and pollution of Thermaikos Gulf. The protection of this sensitive estuarine environment constitutes a necessary presuppose for the continual presence of the species in the gulf.

Key Words: Nursery ground, *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, Axios river, Aliakmon

ΟΙ ΕΚΒΟΛΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΑΞΙΟΥ ΚΑΙ ΑΛΙΑΚΜΟΝΟΣ (ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ) ΩΣ ΝΗΠΙΑΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΑΥΤΟΧΘΟΝΗΣ ΓΑΡΙΔΑΣ *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (FORSKAL, 1775)

Κατσίκη Φωτεινή¹, Σπ Κλαουδάτος², Δ. Σ. Κλαουδάτος³, Χρ. Νεοφύτου² και Π. Παναγιωτάκη²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αυτόχθονη γαρίδα *Melicertus kerathurus* είναι είδος με μεγάλη εμπορική αξία στη Μεσόγειο, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, αντιπροσωπεύει σημαντικό ποσοστό των παράκτιων αλιευμάτων. Οι μετανύμφες και τα νεαρά άτομα του είδους βρίσκουν προστασία και ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης στις εκβολικές περιοχές των δύο μεγάλων ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα του Θερμαϊκού κόλπου, από τις αρχές του καλοκαιριού μέχρι το τέλος του φθινοπώρου. Παραμένουν στις περιοχές αυτές μέχρι την εμφάνιση του σταδίου του νεαρού ατόμου κατά την οποία αρχίζουν την αντίστροφη μεταναστευτική κίνηση προς την ανοικτή θάλασσα, στα βαθύτερα και θερμότερα νερά της οποίας θα προστατευθούν από τις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν στις αβαθείς προφυλαγμένες περιοχές που εγκαταλείπουν. Στην ανοικτή θάλασσα παραμένουν μέχρι την επόμενη Άνοιξη όπου φωτοκούν για να ξαναρχίσει ένας νέος βιολογικός κύκλος.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του Θερμαϊκού κόλπου είναι το ευμετάβλητο των φυσικοχημικών παραμέτρων του, ο ευτροφισμός που οφείλεται στο φορτίο των θρεπτικών και άλλων υλικών που μεταφέρουν οι ποταμοί και το οποίο διαμορφώνει και τη σύσταση του βενθικού υποστρώματος. Η μείωση των αλιευόμενων ποσοτήτων που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι το αποτέλεσμα της υπεραλίευσης, των ανθρώπινων διεργασιών και της ρύπανσης της περιοχής. Η προστασία της περιοχής αποτελεί προϋπόθεση για τη συνέχιση της παρουσίας του είδους στον Θερμαϊκό σε συνδυασμό με τη μελέτη της επίδρασης των πιο πάνω αρνητικών παραγόντων στον βιολογικό κύκλο του είδους.

Key Words: Νηπιακές περιοχές *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, Αξιός, Αλιάκμονας

INTRODUCTION

The indigenous shrimp *Melicertus kerathurus* is a species of high commercial value for local populations, especially in Thermaikos Gulf where high fishing activity takes place. The shrimp is located along the coast of North Aegean and Ionian Sea especially in rivers mouths. According to Kevrekidis and Thessalou (2001), fishing of shrimp in Thermaikos Gulf takes place from April to October using trawlers, with a mean value of fishing activity 3.4 Kg/h. The females are larger in size compared to the males and therefore are under greater fishing pressure. The adult females release their eggs in the open waters in depths of 40 to 50 m. After hatching, the larvae and post larvae with energetic and passive movements move to shallow protected areas (nursery areas). Nursery areas are formed in river mouths with low salinity, nutritional abundance, suitable water temperature and soft sandy or muddy sediment. High concentrations of early developmental stages from a variety of species tend to aggregate in these nursery areas and later migrate to the open sea during their early adult stages (Klaoudatos, 1984). During the transfer to the nursery area, larvae are fed with phytoplankton (zoea stage) and zooplankton (mysis and early post larvae) respectively and they arrive as post larvae (P₅₋₇) ready to alter the planktonic phase of their life to benthic one. They remain to the nursery area as juveniles and complete the stage of young shrimp. During the end of October when water temperature drops below 18°C the opposite migration movements to the open sea is initiated, where they remain until next spring. The shrimps remain in burrows into the sandy or muddy sediment of the benthic substratum during the day and actively search for food after the sunset, hunting for small invertebrates with their diet composition depending on locality, availability and diversity of benthic communities (Karani *et al*, 2003). Maturity and spawning occurs in the open waters and the hatched larvae will start the return journey to the protected nursery areas, where low salinity and food abundance exist.

The northern part of Thermaikos Gulf consists of the shallow semi closed gulf of Thessaloniki, a protected shallow gulf with low tidal fluctuation, that daily receives 120,000m³ of urban and 30,000m³ of industrial partly processed effluent wastes (Savidis *et al*, 2001). In the northwest part of the inner Thermaikos Gulf four river mouths (Axios, Loudias, Aliakmon and Gallikos) are located, creating an estuarine area of 4,220 hectares (YPEXODE, 1997). Human activities that occur in the surrounding areas are the primary sources of pollution. The industrial wastes, fertilizers and pesticides used in agriculture, are transferred through rainfall from the rivers into Thermaikos Gulf thus creating an organic load growth factor on the surface and underground waters, with toxic effects for the local fauna (Xenos, 2000). The main

characteristics of this area are the high nutrient concentration, suspended solids, as well as a large variation of temperature and salinity (Anagnostou et al., 1997).

MATERIAL AND METHODS

Monthly sampling took place between June 2003 and June 2005 in both estuarine areas of Axios and Aliakmon rivers during two sampling periods, the first from June 2003 to May 2004 and the second from June 2004 to May 2005. Two sampling stations were chosen, the first at a 300 m distance from the river mouth of Axios Delta, at water depth of 0.5 m with predominating dark viscous muddy sediment. The second sampling station was at a 500 m distance from the river mouth of Aliakmon, where a straight reef of 1000 m length exists. Water depth was at 0.30 m and the sediment type consisted of thin particle sand. Shrimp sampling took place during mid day hours using trawl nets (2.45 m x 0.80 m) with a mesh opening of 12 mm. Captured shrimp samples were preserved in a 10% formaldehyde solution. The number of individuals collected during both sampling periods in all sampling stations was 586 (Table 1).

Carapace length and total weight were recorded to the nearest mm and gram respectively using callipers and a balance (PRECICA 220 MS CS). Monthly water sampling took place in both stations in order to assess heavy metal concentration. Physicochemical parameters (temperature, pH, salinity, oxygen concentration, and oxygen saturation) were recorded on site during each sampling from June 2003 to June 2005 using portable instruments (Inolab WTW pH level I, Inolab WTW Cond level I, Inolab WTW oxi level I). Monthly sediment samples were also collected with the use of a grab sampler (Drodge Code 1097 La motte). Redox potential measurement took place using Redox Potential equipment. Benthic samples were sieved through a sieve mesh of 0.5 mm for macrofauna and 45 µm for meiofauna. Samples were placed in 200 ml plastic bottles with 0.7 mg Lugol and benthic communities were identified under a stereoscope (OLYMPUS SZ 4045). Identification of benthic organisms was conducted at the upper taxonomy group lever using benthic indices (Riedle, 1970; Gage and Tyler, 1991).

RESULTS

The number of shrimps collected during both sampling periods in both sampling stations are shown in Table 1.

Table 1. Number of post larvae, juvenile and adult *Melicertus kerathurus*, collected in both sampling stations during both sampling periods.

Station	Sampling period	Post larvae	Juveniles	Adults	Total
Axios	June 2003-May 2004	-	235	24	289
	June 2004-May 2005	82	77	16	175
Aliakmon	June 2003-May 2004	-	54	2	56
	June 2004-May 2005	80	12	4	96
Total		162	378	46	586

The annual physicochemical parameter fluctuation at each sampling station from June 2004 to May 2005 is shown in Figures 1 to 3.

Tables 2 and 3 show the taxonomy classes of redox potential and the values in the sediment accordingly, at each sampling station from June 2004 to May 2005.

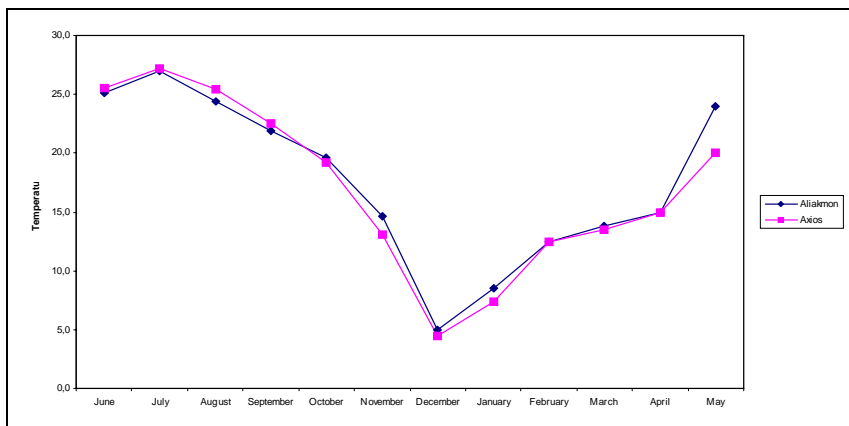


Figure 1. Annual water temperature variation (degrees C) in Axios and Aliakmon rivers.

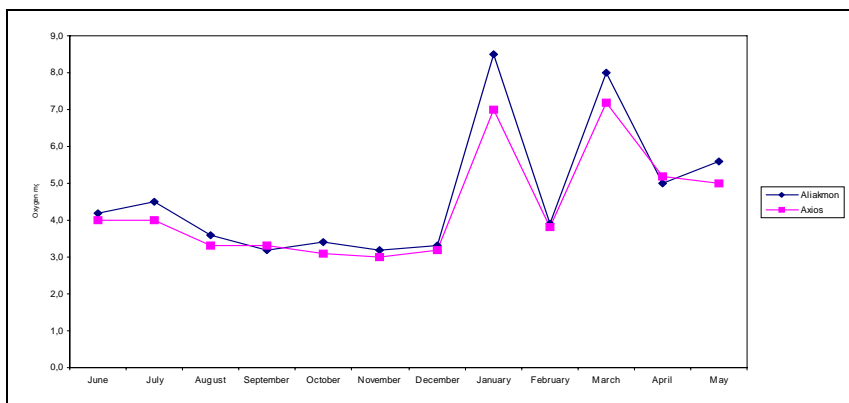


Figure 2. Annual dissolved oxygen (mg/l) variation in Axios and Aliakmon rivers.

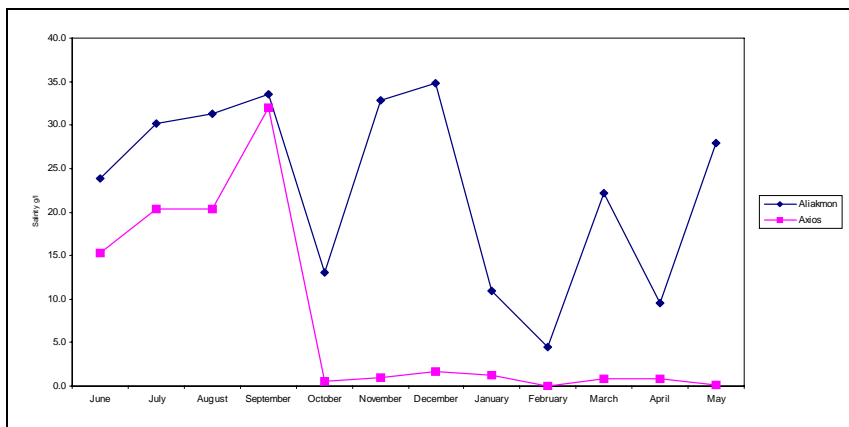


Figure 3. Annual salinity (psu) variation in Axios and Aliakmon rivers.

Table 2. Taxonomy classes of redox potential, according to Zhi-Guang (1985).

Oxidizing	> 400 mV	O ₂ dominates
------------------	----------	--------------------------

Weakly reducing	400 - 200 mV	O ₂ , Nitrate, Manganese reduced
Moderate reducing	200 - (-100) mV	Iron reduced
Strongly reducing	< -100 mV	CO ₂ and H ₂ SO ₄ reduced

Table 3. The Redox potential (mV) of the sediment in both sampling areas.

June 03 - May 04			June 04 - May 05		
Month	Aliakmon	Axios	Month	Aliakmon	Axios
June	237.6	-453.8	June	49.7	128.6
July	346.8	-233.6	July	-450.3	-204.0
August	350.8	30.1	August	350.0	28.0
September	340.2	25.2	September	372.5	442.2
October	383.9	-383.9	October	298.4	-451.9
November	150.7	-229.0	November	150.7	-229.0
December	180.0	-110.0	December	200.0	-110.0
January	423.6	-150.0	January	310.0	290.0
February	390.0	-191.9	February	390.8	330.0
March	380.0	30.3	March	310.0	290.0
April	357.4	60.7	April	325.5	247.2
May	357.4	60.7	May	340.0	57.2

DISCUSSION

Shallow estuarine regions, constitute possible nursery areas for species that usually live in deeper waters. The results of this study indicate that the shallow and protected areas of Thermaikos gulf form a natural shelter for the development of the sensitive early stages of the indigenous shrimp *Melicertus kerathurus*. The physicochemical parameters of the waters of these areas namely temperature, oxygen and salinity are ideal for the survival and growth of the species while the conditions of the benthic substratum cover the needs of the species.

Annual temperature fluctuation of Axios estuary ranges between 4.5 and 27⁰C, whereas in Aliakmon estuary the range is between 5 and 29⁰C. From early May to October when both estuaries harbor post larvae and juveniles of the species, water temperature does not drop below 18⁰C in Axios and 19⁰C in Aliakmon (Fig 1). In both areas temperature increases from May to July reaching 27⁰C thus stimulating species growth. Acidity (pH) fluctuated from 6.5 to 8.0 in both estuaries, while the dissolved oxygen concentration ranged between 3.0 and 9.8 mg/l in Axios and between 3.2 and 8.9 mg/l in Aliakmon estuary (Fig 2).

Temperature in both sampling stations and for both sampling periods, dropped in October at about 18 to 19⁰C, when the migration from the nursery area to the open sea was initiated. According to Kilaoudatos (1984), in the nursery areas of the same species in Amvrakikos gulf migration from the nursery areas to deeper waters or from deeper waters towards shallow protected areas was initiated when water temperature reached 18 to 20⁰C in autumn and spring respectively. According to Meager *et al*, (2003) the coastal waters of the nursery areas of Eastern Australia are occupied by post larvae and juveniles of *Penaeus merguensis* when temperature is high (27-30⁰C) and rainfall low (83 mm).

Penaeus species require high temperature for growth and reproduction. The temperature influences the survival and growth of *Penaeus paulensis* (Perez - Farfante, 1967). Coman *et al.*, (2002) reported that temperature influences growth and survival of young *Marsupenaeus japonicus* originated from different batches and temperature variation between 24 and 30 °C is excellent for growth while the best temperature for survival is about 24 °C.

Levels of dissolved oxygen are important for organisms that live in estuaries, Wannamaker and Rice, (2000) indicated that organisms that live in estuaries are directly influenced from oxygen variations and polluted waters transported through rivers, with the direct consequence of exposure to low oxygen concentration (hypoxic conditions). Annual oxygen variation during the course of this study (Fig. 2) ranged from 3 to 9.8 mg/l in both sampling stations; with higher values observed during the winter and lower values during the summer period possibly due to the increased decomposition of organic material caused by the increasing water temperature. Critical oxygen level for white shrimp *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti* post larvae was at 2.5 mg/l when salinity ranged between 0 and 27 psu, and 5 mg/l when salinity ranged between 20 and 38 psu (Rosas *et al.*, 1997). The dissolved oxygen limits for the studied species is 2.5 mg/l, and the lowest oxygen concentration measured in the present study, was 3 mg/l in the estuaries of Axios and 3.2 mg/l in Aliakmon (Fig 2).

Annual salinity variations in both sampling sites were between 0.2 and 32 psu for Axios and 4.5 and 33.6 psu for Aliakmon rivers respectively (Fig 3). Many authors have reported optimal temperature and salinity combination for different species of the *Penaeidae* family, for a better growth rate and survival. Sherly and Kakati, (2004) reported that for *P. merguensis* larvae the highest growth and survival rate up to metamorphosis was achieved in temperature of 33 °C and salinity of 35 psu; similarly Kumlu *et al.*, (2000) reported optimal temperature and salinity values for *P. semisulcatus* of 30 °C and 30 psu respectively, while Huynh and Fotedar (2004) reported for *P. latisulcatus*, 32°C and 30 psu optimal temperature and salinity values.

Benthic fauna in both estuaries between May and September consisted of post larvae of *M. kerathurus*, while species of the families *Donacidae*, *Macridae*, *Mesodesmatidae*, *Solenidae*, occupied the area during the entire year. Species of the families *Veneridae* found in August and February and *Mytilidae* in October and May. Gastropods of the families *Nassariidae*, *Naticidae*, *Rissoidae*, were also present during May, August and April in both sampling stations. Sea squirts of *Styelidae* family were found in February, April and May. During December, February and May nematodes of *Nematoidae* family were also high in abundance. The sediment in Axios sampling station was muddy with anoxic smell leaving dark and hard organic residual. Water flow through those thin mud particles is reduced causing oxygen reduction and the classification of sediment as reducing (Zhi-Guang, 1985). On the contrary, the sediment of Aliakmon sampling station was sandy, with adequate water flow among particles and adequate oxygen abundance, classifying it as oxidizing. Redox potential variation in Axios and Aliakmon sediments, showed reducing sediment in Axios with negative values all year round and oxidizing sediment in Aliakmon with positive values (Table 3). Benthic composition is also influenced by pollution a fact that could lead to a high death rate of the study species during its early developmental stages thus inducing unfavorable socioeconomic consequences for medium and coastal fisheries.

REFERENCES

- Anagnostou Ch., Georgakopoulou E., Zenetou A., Kaberi E., Karageoris A., Kontogiannis X., Pagkou K., Panagiotidis P., Pancucci A., Siokou I., Sympoura N., Xatzianestis I., Psillidou-Giouranovits P. (1997β). The situation of marine ecosystem of Thessaloniki gulf and parameters consisting basic factors of autoperification dynamic. *5th Pan.Symm of Ocean & Fish. Kavala 15-18 April*. I: 83-86.
- Coman G.J., Crocos P.J., Preston N.P., Fielder D. (2002). The effects of temperature on the growth, survival and biomass of different families of the juvenile *P.japonicus* Bate. *Aquaculture*. 214(1-4): 185-199.
- Gage J.D. and Tyler P.A. (1991). Deep-sea biology: A natural history of organisms at the deep sea floor. *Cambridge University Press, UK*: 117-162.
- Huynh M.S. and Fotedar R. (2004). Growth, survival, haemolymph osmolarity and organosomatic indices of the western king prawn (*P.latisulcatus* Kishinouye, 1896) reared at different salinities. *Aquaculture*. 234(1-4): 601-614.
- Karani E., Neofytou Ch., Xartosia N. (2003). Stomach content of benthic shrimp *Melicertus kerathurus* in open Piniot river mouth area in Thermaikos gulf. *25th E.E.B.E. Mytilini*, I: 128-129.
- Kevrekidis K. and Thessalou-Legaki M. (2001). Fisheries biology of shrimp *Melicertus Kerathurus* (Forsk., 1775) in Thermaikos gulf: First results. *10th Pan. Symp. Ichth. Xania*, I: 41-44.
- Klaoudatos S. (1984). Contribution to the biology and under controled environment reproduction and culture of shrimp *P. kerathurus* (Forsk. 1775). *Institute of Oceanography and Fisheries Research, Special Edition*, 9: 238.
- Kumlu M., Eroldogan O.T., Aktas M. (2000). Effects of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. *Aquaculture*. 188(1-2): 167-173.
- Meager J.J., Vance D.J., Loneragan N.R., Williamson I. (2003). Seasonal variation and environmental influences on juvenile banana prawn (*Penaeus merguensis*) abundance in a subtropical estuary (Logan River) of eastern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 57(4): 569-576.
- Perez Farfante, Isabel and Brian Kensley (1997). *Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the world: Keys and Diagnoses for the families and genera. Memoirs du muséum national d'histoire*. 175: 233. Muséum national d'histoire naturelle. Paris. France.
- Riedle R. (1970). Fauna und Flora del Adria. Verlag Paul Paley. Hamburg & Berlin.
- Rosas C., Sanchez A., Diaz-Inglesia E., Brito R., Martinez E., Soto L. (1997). Critical dissolved oxygen level to *P. setiferus* and *P. schmitti* postlarvae exposed to salinity changes. *Aquaculture*. 152(1-4): 259-272.
- Savidis T., Brown M.T., Zachariadis G., Stratis I. (2001). Trace metal concentrations in marine macro algae from different biotopes in the Aegean Sea. *Environmental International*. 27: 43-47.
- Sherly Z. and Kakati V.S. (2004). Optimal salinity and temperature for early development stages of *Penaeus merguensis* De man. *Aquaculture*. 232(1-4): 373-382.
- Wannamaker C. and Rice J. (2000). Effects of hypoxia on movements and behavior of selected estuarine organisms from the southeastern United States. *J. of Exp. Mar. Biol. And Ecol*. 249(2): 145-163.
- Xenos K. (2000). Chemical Oceanography. *Macedonian Publications, Thessaloniki*: 77-80.
- YPEXODE, General Administration of Environment, Department of Natural Environment Management (1997). System and Management of the Protected Area of Gallikos. Axios, Loudias, Aliakmon river estuaries, *Phase A*. Athens, *Information Center of Axios Wetlands, Xalastra*.
- Zhi-Guang L. (1985). Oxidation-reduction potential. In Y.Tian-zen (ed): *Physical chemistry of paddy soils*. Springer, Berlin, Germany: 1-26.

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΛΙΑΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ.

Θεόδωρου Ι.¹, Κακαλή Φ.¹, Τζοβενής Ι.¹, Ρίζος Δ.³, Ναθαναηλίδης Κ.¹, Μακαρίτης Φ.¹, Γεωργίου Κ.¹, Νέγκας Ι.², Μ.Αλέξη² & Κάγκαλου Γ.¹

1. Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, ΤΕΙ Ηπείρου, 46100 Ηγουμενίτσα

2. Εργ. Διατροφής Ιχθύων & Ιχθυοπαθολογίας, Ινστιτούτο Υδατοκαλλιεργειών, ΕΛΚΕΘΕ, Αγ.Κοσμάς, Ελληνικό

3. Δ/ση Αλιείας, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Φθιώτιδας, Ροζ. Αγγελή 22, Λαμία

Η αειφόρος ανάπτυξη ήπιων δραστηριοτήτων όπως η μυδοκαλλιέργεια, ιδιαίτερα σε περιοχές οικολογικά ευαίσθητες, όπως ο Μαλιακός Κόλπος (περιοχή Natura 2000), στηρίζεται στον προσδιορισμό της αλληλεπίδρασης των Μυδοκαλλιεργειών και του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος ή οποία αποτέλεσε και το αντικείμενο του ομώνυμου ερευνητικού έργου του ΤΕΙ Ηπείρου, (ΕΕ-ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ, Αρχιμήδης Ι, Κωδικός Έργου 10012-00004).

Προσδιορίστηκε η σχέση πρωτογενούς παραγωγικότητας με το βιολογικό κύκλο του καλλιεργούμενου μυδιού *Mytilus galloprovinciallis*. Η διαθεσιμότητα της τροφής, και ο μεταβολισμός της από τα ηθμότροφα *Mytilus galloprovinciallis* κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες καθορίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Επιπλέον, η αποτύπωση του αναπαραγωγικού κύκλου των μυδιών στην εξεταζόμενη περιοχή, καθώς και η ταυτοποίηση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του αποτελούν κρίσιμους και καθοριστικούς παράγοντες για την επιχειρηματική αυτή δραστηριότητα. Η καταγραφή της εποχιακής διακύμανσης της γαμετογέννησης καθώς και η διασπορά του γόνου στο ευρύτερο περιβάλλον είναι απαραίτητη για τη συλλογή του και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του.

Η σύνθεση των παραπάνω αποτελούν βασική ερευνητική βάση δεδομένων με απώτερο σκοπό τον προσδιορισμό της φέρουσας παραγωγικής ικανότητας, εργαλείο απαραίτητο, για την ορθολογική χωροταξική και περιβαλλοντική διαχείριση του Μαλιακού Κόλπου, με σκοπό την βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής.

THE INFLUENCES OF A LAND-BASED RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FARM ON WATER QUALITY AND BENTHIC MACROINVERTEBRATES COMMUNITY

M.U. Kirkagac, S. Pulatsu, A. Topcu

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture and Fisheries, 06110 Diskapi, Ankara, Turkey

ABSTRACT

Some water-quality parameters and benthic macroinvertebrates community were investigated between April 2007 and November 2007 in the inlet and the outlet of a land-based rainbow trout farm with a capacity of 30 tonnes annually. The rainbow trout farm was constructed on one of the sources of Sakarya River in the Central Anatolia. Water and sediment samples were collected from the inlet of the farm, which was a karst spring-originated pond, and from the outlet of the farm. The dissolved oxygen, pH, BOD₅, ammonia-nitrogen, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen, total ortho-phosphorus and total phosphorus were measured in the samples. These water quality parameters were compared to the acceptable effluent limits proposed for trout farming in different countries and BOD₅, ammonia-nitrogen, total ortho-phosphate and total phosphorus found to be higher than those effluent limits during the study period. The benthic macroinvertebrate community consisted of only Gastropoda (Limnaeidae, Planorbidae, Neritidae, Pleuroceridae). Same organism groups were observed both in the inlet and the outlet of the farm; the highest abundance was in the outlet of the farm during the study.

Key Words: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), fish farm effluents, water quality, benthic macroinvertebrates

NUTRIENTS AND PHYTOPLANKTON IN IGOUMENITSA BAY (NW GREECE)

P. Beza^{1&2}, V. Moussis², C. Nathanailides^{1*}, A. Bougiouklis,² M. Mpoti¹, G. Ioannou^{1\}

¹Dept Aquaculture and Fisheries, TEI of EPIRUS, Igoumenitsa, Greece.

²Dept. Chemistry, University of Ioannina, Ioannina, Greece, *email: cosmasfax@yao.com

ABSTRACT

Water samples were collected from different sampling locations over a period of twelve months in Igoumenitsa bay. Temperature followed the expected seasonal pattern with the lowest values in March (14.88°C to 15.55°C) and the highest in August (26.66°C). Salinity values ranged from 37 psu (April) to 38.95 psu (August). The pH varied from 7.59 to 8.60. Oxygen ranged between 7.1 mg/l (May) to 12.5 mg/l on March. Annual min and max values of total ammonia nitrogen (TAN) = <0.01–0.62 mg-at l⁻¹, PO₄: <0.01 - 0.14 mg-at l⁻¹. Chl-a content (mg m⁻³) ranged from 0.0189 at surface waters, to 26.63 (April) and 7.23(June) at 5m depth. The results indicate a medium status of Eutrophication in the bay, but during summer, at the location of fish farms, PO₄ levels peaked with values, which correspond to high eutrophic status. Further monitoring and data are required for management decision regarding the ecosystem of the bay.

ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΟΝ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΤΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

Π Μπέζα, Β. Μούσης, Κ. Ναθαναηλίδης, Α. Βουγιουκλάκης, Μ. Μπότης και
Γ. Ιωάννου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δείγματα νερού συλλέχθηκαν από διαφορετικές θέσεις του κόλπου της Ηγουμενίτσας στη διάρκεια ενός έτους. Η θερμοκρασία ακολούθησε την αναμενόμενη εποχιακή διακύμανση με μικρότερη τιμή το Μάρτιο (14.88°C έως 15.55°C) και τη μεγαλύτερη τον Αύγουστο (26.66°C). Οι τιμές της αλατότητας κυμαίνονταν από 37 psu τον Απρίλιο έως 38.95 psu τον Αύγουστο. Οι τιμές του pH βρέθηκαν από 7.59 έως 8.60. Οι συγκεντρώσεις του οξυγόνου κυμάνθηκαν από 7.1 mg/l τον Μάιο έως 12.5 mg/l τον Μάρτιο. Οι μέγιστες και ελάχιστες συγκεντρώσεις της ολικής αμμωνίας (TAN) ήταν <0.01–0.62 mg-at l⁻¹, του PO₄: <0.01 έως 0.14 mg-at l⁻¹. Της χλωροφύλλης α οι συγκεντρώσεις (mg m⁻³) κυμάνθηκαν από 0.0189 στα επιφανειακά στρώματα μέχρι 26.63 (τον Απρίλιο) και βρέθηκαν 7.23 τον Ιούνιο στα 5m βάθος. Οι τιμές είναι ενδεικτικές μιάς μεσότροφης περιοχής αλλά το καλοκαίρι στις περιοχές των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας οι συγκεντρώσεις του PO₄ φθάνουν σε τιμές που χαρακτηρίζουν τις ευτροφικές περιοχές. Περαιτέρω έρευνες απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του οικοσυστήματος του κόλπου.

INTRODUCTION

Eutrophication is a significant problem in many estuaries and coastal zones. High levels of chlorophyll- *a*, hypoxi-anoxic condition and toxicity of the waters caused by algal blooms, have economic and social costs (Turner et al. 1998). A combination of natural and anthropogenic parameters influences algal growth (Cloern 2001, Andersen et al 2006) with serious ecological and economic consequences in coastal marine ecosystems (Segerson & Walker, 2002). Nutrient concentrations such as total nitrogen and total phosphorus and algal growth are essential parameters in efforts to manage and monitor coastal zone eutrophication (Elliot & Jange 2002; Smith 2007). Igoumenitsa is a coastal city in NW Greece. The bay has an important ferry terminal, which handles approx. 100 vessels annually. During the summer the frequency of ferry connections to Corfu and Italy exceeds 30 per day. The bay is exposed to point sources of pollution such

as a nearby sewage treatment plant (estimated annual inflow of domestic household wastewater exceeds one million m³) intense marine transportation activities and fish farms. The purpose of this work was to monitor the variability of eutrophication indices in Igoumenitsa bay.

MATERIALS & METHODS

The study was carried out between April 2007 and April 2008. Seawater samples were collected one the 1st week of every month, at noon, from 5 locations (Fig. 1) at 0m(surface) and 5m, at the opening of Igoumenitsa bay (B), the fish farms (FF), the centre of the bay (K), the north side of the bay (BP) and the mouth of a lagoon in the bay (L). Oxygen, temperature, pH and salinity was measured in situ with portable multi-parameter YSI equipment. Water samples collected in glass containers and transferred to the laboratory for determination of total ammonia nitrogen (TAN) and phosphate (PO₄⁻³) according to APHA (1985) standard procedures using a Jasco 630-UV model spectrophotometer. Chl-*a* was measured according to Strickland and Parsons (1968). The significance of differences was estimated using ANOVA (P<0.05).

RESULTS & DISCUSSION

Temperature followed the expected seasonal pattern with the lowest values in March (14.88°C to 15.55°C) and the highest in August (26.66°C). Salinity values ranged from 37 psu (April) to 38.95 psu (August). The pH varied from 7.59 to 8.60. Oxygen ranged between 7.1 mg/l (May) to 12.5 mg/l on March. Annual min and max values of total ammonia nitrogen (TAN) = <0.01–0.62 mg-at l⁻¹, PO₄: <0.01 - 0.14 mg-at l⁻¹.

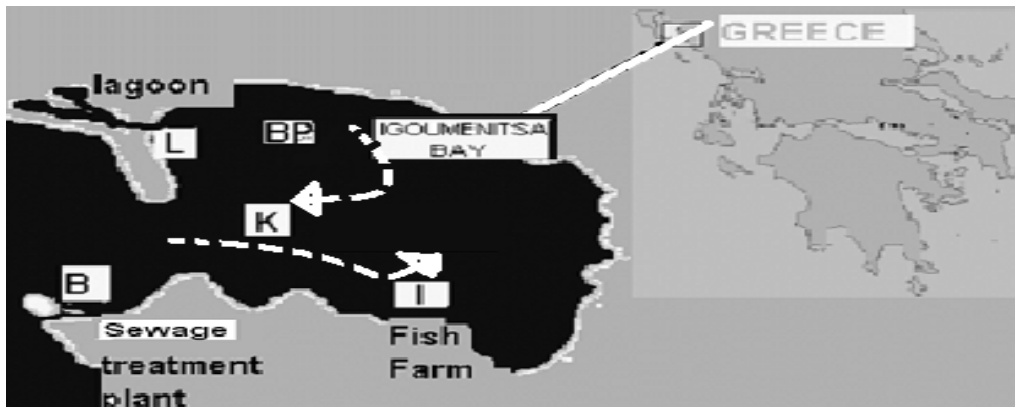


Figure 1. Sampling locations in Igoumenitsa Bay. L=lagoon channel,BP= Gas station, K= highest depth, B= sewage treatment, I= fish farms. Dotted arrows indicate the direction of the prevailing surface water currents.

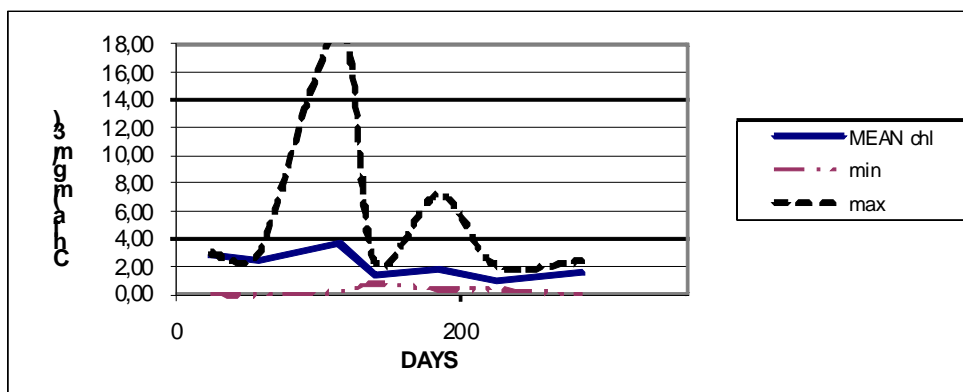


Figure 2. Average (solid line) and min-max (dotted lines) of Chlorophyll-*a* content (mg/m^3) in Igoumenitsa bay over the period of the study.

Chl-*a* ranged from 0.0189 at surface waters, to 26.63 (April) and 7.23 (June) at 5m depth. The results indicate a medium status of Eutrophication in the bay, with a significant seasonal variability (Table I) in all monitored parameters. For example, during summer, at the location of fish farms, PO_4 levels peaked with values, which correspond to high eutrophic status. Coastal waters eutrophication, results from a combination of natural and anthropogenic influences (Cloern 2001). Anthropogenic enrichment of water with nutrients can result in increased growth of algae and higher forms of plant life that can result in deviation of structure, function and stability of the ecosystem and to the quality of water (Andersen et al 2006).

Table I. Variability in DO_2 ; TAN; PO_4 ; Chl-*a* & salinity in Igoumenitsa Bay.

PARAMETER	SEASONAL VARIABILITY	
DEPTH (m)	0	5
PO_4	$P < 0,001$	NS
TAN	$P < 0,001$	$P < 0,001$
DO_2	$P < 0,001$	NS
Chl- <i>a</i>	$P = 0,041$	$P < 0,001$
Salinity	$P < 0,001$	

Apart from the ecological issue, eutrophication is a serious economic problem in coastal marine ecosystems world-wide (Segerson & Walker, 2002). A key element of nutrient inflow-outflow in a bay involves the natural flow of nutrients from the land and the outflow of nutrients to the open sea. In addition to a natural flow of nutrients, anthropogenic sources result in an increased nutrient content of bay's aquatic ecosystems. Agricultural runoff of nitrate, olive processing plants, domestic sewage plants, can result in increased nutrient content and Eutrophication. Furthermore, resuspension of the sediment by water currents and winds and decomposition of algae can further increase the available nutrients for primary production. Measurements of nutrient concentrations

such as total nitrogen and total phosphorus and algal growth are essential parameters in efforts to manage and monitor coastal zone eutrophication (Bricker *et al* 2003; Smith 2007). The results indicate a seasonal element of high primary productivity of the Bay, with a strong spatial element of variability attributed to the sampling locations of the fish farming site. Fish farms can generate nutrient waste (uneaten food and metabolic waste). Changes in the Chl-*a* content can be an indicator of changes in plankton primary productivity. The levels of Chl-*a* observed here indicate a medium status of Eutrophication in the bay (Bricker *et al.* 2003). PO₄ levels at the fish farms peaked during summer, this peak is usually an indication of increased nutrient loading of the nearby water bodies (Lupatsch & Kissil 1998, Belias *et al* 2007). Chl-*a* is a reliable indicator of organic enrichment in a bay. Currents may wash and dilute a point source of organic enrichment but increased primary production remains over a significant period and is reflected in the Chl-*a* content of the samples. Changes in the Chl-*a* content can be an indicator of changes in plankton primary productivity.

Apart from the fish farm, two other sites exhibited high levels of some parameters. Fish farms samples from depth 0 and 5m exhibited the higher average chl-*a* content, but samples from the lagoon opening also exhibited high annual average increased primary productivity with values reaching levels above 20 mg chl-*a*/l . In the same manner the samples from the centre of the Bay exhibited some high peaks in TAN, phosphorus and chl-*a* content. Prevailing surface water currents in the Bay exhibit a round path, entering the bay, passing the location of the fish farms and turning North to complete a circular motion after passing from the North side, meeting a second (outshore) current and exiting the bay (unpublished data based on seasonal observations). The location of the fish farms and the path of water currents may result in the diffusion of nutrient from point sources such as the fish farms to the rest of the Bay. It would be reasonable to utilise the information presented in the present work for a future research project and of particular interest would be to assess the impact of the fish farms by monitoring water currents around the location and by constant measurements of a series of water quality parameters.

- Andersen J.H., L. Schlüter and G. Aertebjerg, 2006. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implications for monitoring strategies. *J. Plankton Res.*, 28: 621–628
- APHA, 1985. Standard methods of examination of water and wastewater, 16th Edition, American Public Health Association, Washington D.C. 1193 pp.
- Belias C., M. Dassenakis and M. Scoullou, 2007. Study of the N, P and Si fluxes between fish farm sediment and seawater. Results of simulation experiments employing a benthic chamber under various redox conditions. *Mar. Chem.*, 103: 266-275
- Bricker S.B., J.G. Ferreira and T. Simas, 2003. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. *Ecol. Modell.* 169:39–60
- Cloern J. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 210: 223–253.
- Lupatsch I. and G.W. Kissil, 1998. Predicting aquaculture waste from gildhead sea bream culture using a nutritional approach. *Aquat. Liv. Res.*, 11:265-268.
- Segerson K. and D. Walker, 2002. Nutrient pollution: an economic perspective. *Estuaries* 25:797–808
- Strickland J.D.H. and T.A. Parsons, 1972. *A Practical Handbook of Sea Water Analysis* (2nd ed), Bull fish Res board of Canada bulletin 168 (1972) 310 pp
- Turner R.K., S. Georgiou, I. Gren, F. Wulff, S. Barrett, T. Söderqvist and I.J. Bateman, 1999. Managing nutrient fluxes and pollution in the Baltic: an interdisciplinary simulation study. *Ecol. Econ.* 30: 333–352.
- Val Smith H., 2007. Using primary productivity as an index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. *J. Plankton Res.* 29:1-6

VARIABILITY OF AQUACULTURE WASTES OF AN OPEN FLOW EUROPEAN EEL (*Anguilla anguilla* L.) FARM IN GREECE

C, Nathanailides, C, Karipoglou
Dept Aquaculture and Fisheries, TEI of EPIRUS, Igoumentitsa,
GR 46100, Greece. Email: cosmasfax@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this work was to assess the variability of aquaculture wastes of a European eel (*Anguilla anguilla*) farm. During the normal operation of an eel farm with open-flow culture system, samples were taken from the outflows of six tanks with different feeding rate (1.5 to 3.1%) for a period of five weeks. The FCR of the growing eels ranged between 2 and 3. The two tanks which exhibited FCR higher than 2.6 (FCR: 2.8 and 3.0), also exhibited significantly higher concentration of total ammonium nitrogen (TAN), NO_3 and PO_4 . FCR and TAN values exhibited a significant correlation ($R^2=0.556$, $P=0.018$). The data indicate the significance of feeding management practises to manipulate growth, FCR and aquaculture wastes.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΙΑΣ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΧΕΛΙΩΝ (*Anguilla Anguilla*) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Κ. Ναθαναίλιδης και Κ. Καρίπογλου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν η εκτίμηση των διακυμάνσεων των αποβλήτων μιας μονάδας εκτροφής του Ευρωπαϊκού χελιού. Στη διάρκεια μιας συνήθους εκτροφής της μονάδας, που λειτουργεί με ημίκλειστο σύστημα κυκλοφορίας νερού, δείγματα εξερχόμενου νερού ελήφθησαν από έξι δεξαμενές εκτροφής στις οποίες δίνονταν διαφορετικές ποσότητες τροφής (1.5 το 3.1%) για περίοδο πέντε εβδομάδων. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (FCR) κυμαίνονταν από 2 έως 3. Στις δύο από τις δεξαμενές που ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής ήταν μεγαλύτερος του 2 (2.8 και 3) διαπιστώθηκαν σημαντικά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ολικής αμμωνίας (TAN), νιτρικών (NO_3) και φωσφορικών (PO_4). Οι τιμές των συγκεντρώσεων ολικής αμμωνίας και μετατρεψιμότητας τροφής έδειξαν μια σημαντική εξάρτηση ($R^2=0.556$, $P=0.018$). Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η διατροφή επηρεάζει την αύξηση, τη μετατρεψιμότητα και τα απόβλητα της μονάδας.

INTRODUCTION

The expansion of semi-intensive and intensive fish farming leads to rapid increase in demand for fish meal in aquaculture. The aquaculture wastes generated by growing fish increase according to the amount of feed supplied any uneaten feed, fish faeces and metabolic excretions. The intensive cultivation of European eels (*A. anguilla*) in commercial fish farms generates eels for the international market (Ciccoti and Fontennelle 2000). Not all feed supplied to farmed eels is converted into body growth. Feeding management can reduce the portion of feed which not capture by the growing eels and bioenergetics models illustrate what portion of supplied feed is used for maintenance, growth and the amount of metabolic wastes.

The operation of open flow European eel farms would benefit by potential reduction of wastes generated. Aquaculture wastes include uneaten or poorly digested

feed and faeces. Reduction of wastes requires optimisation of feeding and rearing management techniques. Feed conversion ratio (FCR) is a measure of feed efficiency and in European eel it can vary between 1,8 to above 2,5 according to diet and aquaculture practices (Luzzana et al 2003, Angelidis et al. 2005). Apart from the obvious financial benefit, reducing the FCR makes sense in ecological terms, because fishmeal is utilized more efficiently and fewer wastes are expected from a farm with low FCR. During the production cycle of a commercial eel farm, several parameters can influence the growth, feed conversion efficiency and amount of nutrients produced by the fish farm unit. The purpose of the present work was the variability in FCR and the wastes generated in an open flow culture system of European eels.

MATERIALS AND METHODS

European eels (100.15g \pm 17.14) were raised in circular tanks (2.5 m³) with open flow water supply in NW Greece. Feed supplied was pelleted (1,9mm, 49,1% Protein). Over a period of five weeks, samples were taken from the effluents of six tanks with different feeding rate (1.5 to 3.1%). Oxygen, temperature and pH were measured with portable multi parameter YSI equipment. Nitrate (NO₃), nitrite (NO₂) and total ammonia nitrogen (TAN) and phosphate (PO₄⁻³) were measured according to APHA (1985) standard procedures using a Jasco 630-UV model spectrophotometer. Initial and final body weight was determined by measuring the weight of about 50 fish from each tank. FCR was calculated as the ratio of feed supplied to growth in body weight.

RESULTS AND DISCUSSION

Temperature, pH and oxygen concentration was within the optimal range for growth of this species and did not vary between the six tanks (Table I). Variability in the concentration of Nitrate (NO₃), nitrite (NO₂), total ammonia nitrogen (TAN) (NH₃+NH₄⁺) and phosphate (PO₄⁻³) in the outflow of the rearing tanks was exhibited (Fig 1). The FCR of the growing eels ranged between 2 and 3. The two tanks which exhibited FCR>2.6 (FCR: 2.8 and 3.0), also exhibited significantly higher concentration (Fig 2) of total ammonium nitrogen (TAN), NO₃ and PO₄. FCR. TAN values exhibited a significant correlation (R²=0.556; P=0.018) with FCR (Fig 2).

Table I. Average values for water quality Parameters in the outflow of the six tanks of a European eel farm.

Parameter	Mean (\pm S.D.)	ANOVA(between 6 tanks)
Temperature (°C)	19.5 (\pm 0,41)	NS
Oxygen (mg/l)	6.2 (\pm 0,92)	NS
pH	7.12 (\pm 0,20)	NS

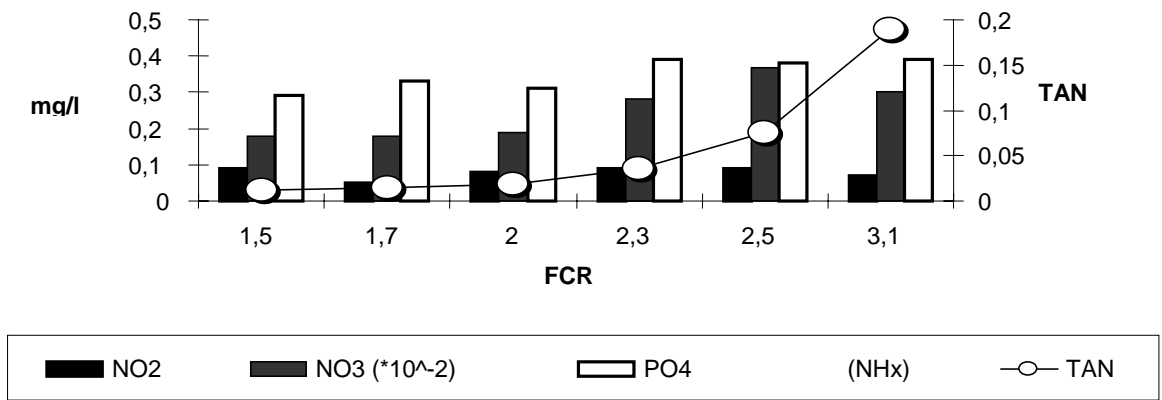


Figure 1. Variability in FCR, total ammonium nitrogen (TAN), NO₃; NO₂ and PO₄ in the six tanks with European eels.

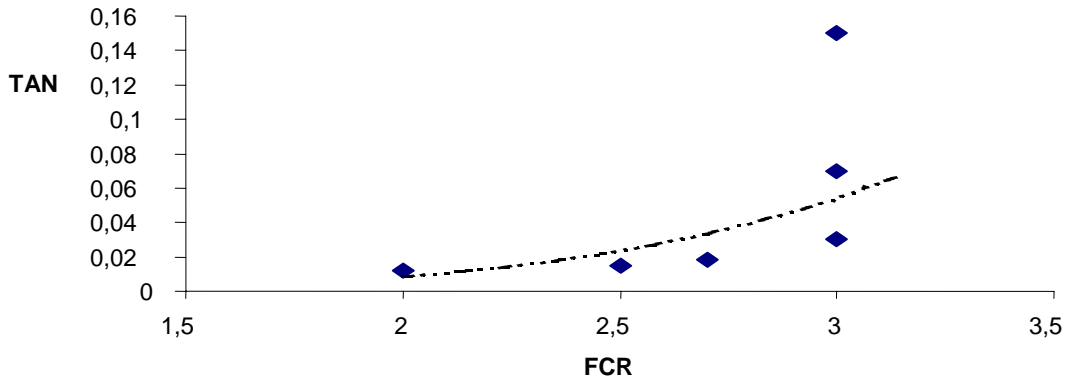


Figure 2. Relationships between FCR and total ammonium nitrogen (TAN) in cultivated European eels.

Aquaculture generates significant amounts of waste, which contain uneaten feed, faeces, and both organic and inorganic elements, such as nitrogen molecules (NH_x, NO_x), and phosphorus (Wallace1993; Karakassis et al 2005). Pollution can in several cases result in oxygen deficiency, generation of hydrogen sulfide, and blooms of harmful plankton (Klaoudatos et al 2006). The organic waste load generated by fish farms can result in the accumulation of suspended nutrients in the water bodies. Waste solids can form sediments, for example below the cages, which can alter the benthic ecosystem with consequences to the ecology of the aquatic body (Pusceddu et al 2007). In turn, this increase in nutrients entering the water results in eutrophication, a condition characterised by massive growth of algae and aquatic plants. When these algae die, they are decomposed by bacteria which use dissolved oxygen. Fish communities cannot thrive in low oxygen concentration, and algal blooms have a significant impact on the recreational value associated with reduced water clarity, foul odours and toxicity.

The results presented in the present work, indicate that feeding induced pollution can be controlled by monitoring the FCR and adjusting the rate of feeding. This would result in substantial savings in feeding costs and a reduction of eel farm effluents. Modifying feed composition and feeding technology is an additional route to reduce

aquaculture pollution and improve cost efficiency of fish farms (Cho and Bureau (1997)). Further research will provide more information on the possible interaction of feeding rate, feed composition; FCR, fish growth and wastes generated by European eel aquaculture units.

REFERENCES

- Angelidis P., I. Pournara and G. Photis, 2005. Glass eels (*Anguilla anguilla*) growth in a recirculating system. *Medit. Mar. Sc.* 6: 99-106.
- Cho C.Y. and D.P. Bureau, 1997. Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding. *Prog Fish. Cult.* 59:155-60.
- Ciccoti E. and G. Fontennelle, 2000. Aquaculture of European eel in Europe: a review. Pp. 9 – 11 In: *3rd East Asian Symposium on Eel Research – Sustainability of Resources and Aquaculture of Eels*. Keelung: Taiwan Fisheries Research Institute.
- Karakassis I., P. Pitta and M.D. Krom, 2005. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. *ScientiaMarina* 69, 313-321.
- Klaoudatos S.D., D.S. Klaoudatos, J. Smith, K. Bogdanos & E. Papageorgiou, 2006. Assessment of site specific benthic impact of floating cage farming in the eastern Hios Island, Eastern Aegean Sea, Greece. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 338, 96-111.
- Luzzana U., M. Scolari, B. Campo Dall'Orto, F. Caprino, G. Turchini, E. Orban, F. Sinesio and F. Valfre, 2003. Growth and product quality of European eel as affected by dietary protein and lipid sources. *J. Appl. Ichthyol.* 19: 74–78
- Pusceddu A., S. Frascchetti, S. Mirto, M. Holmer, R. Danovaro, 2007. Effects of intensive mariculture on sediment biochemistry. *Ecological Applications*: Vol. 17, No. 5 pp. 1366–1378
- Wallace J., 1993. Environmental considerations. In: *Salmon Aquaculture*, K. Heen, R.L. Monahan & R. Utter(eds), pp.127-144. Fishing News, Oxford, UK.
- Luzzana U., M. Scolari, B. Campo Dall'Orto, F. Caprino, G. Turchini, E. Orban, F. Sinesio and F. Valfre, 2003. Growth and product quality of European eel as affected by dietary protein and lipid sources. *J. Appl. Ichthyol.* 19: 74–78
- Pusceddu A., S. Frascchetti, S. Mirto, M. Holmer, R. Danovaro, 2007. Effects of intensive mariculture on sediment biochemistry. *Ecological Applications*: Vol. 17, No. 5 pp. 1366–1378
- Wallace J., 1993. Environmental considerations. In: *Salmon Aquaculture*, K. Heen, R.L. Monahan & R. Utter(eds), pp.127-144. Fishing News, Oxford, UK.

ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΜΕ ΝΕΑΡΑ ΑΤΟΜΑ ΓΑΡΙΔΑΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΧΘΟΝΟΣ ΕΙΔΟΥΣ *Melicertus (Penaeus)* *kerathurus* ΩΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΜΨΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

Κλαουδάτος Σ.Δ¹. & Δ.Σ. Κλαουδάτος²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

²Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών,
dklaoudatos@ath.hcmr.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Αμβρακικός κόλπος μπορεί να θεωρηθεί ως ο ιδανικός βιότοπος της ενδημικής γαρίδας *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, η οποία ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο εντός αυτού και δεν χρειάζεται να εξέλθει στην ανοικτή θάλασσα του Ιονίου πελάγους για το σκοπό αυτό. Η πρώτη μελέτη της γαρίδας αυτής, γνωστής ως «γάμπαρη», στα αλιευτικά πεδία του Αμβρακικού κόλπου ξεκίνησε το 1974 όταν το Υπουργείο Γεωργίας χρηματοδότησε σχετικό ερευνητικό πρόγραμμα που υλοποίησε το τότε Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών (ΙΩΚΑΕ) και το οποίο ολοκληρώθηκε το 1982 (Κλαουδάτος, 1984). Στην συνέχεια εκτελέστηκε ένα δεύτερο αλιευτικό πρόγραμμα που χρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε στα πλαίσια της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής (Κονίδης, 2001). Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται τα συγκριτικά αποτελέσματα των δύο αυτών προγραμμάτων με στόχο τη σύγκριση και εξαγωγή των αναγκαίων συμπερασμάτων σχετικά με το μέλλον και τις προοπτικές τόσο της αλιείας όσο και της επιβίωσης του μοναδικού αυτού είδους στον κατ' εξοχή βιότοπό του, τον Αμβρακικό κόλπο.

Key words: *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, Αμβρακικός κόλπος, Αλιευτικά πεδία, Ενδημικό είδος, Βιότοπος.

RESTOCKING OF AMVRAKIKOS BAY WITH JUVENILES OF *Melicertus (Penaeus) kerathurus* AS A REQUIREMENT TO INCREASE THE SPECIES LANDING

Klaoudatos S.D¹.& D.S. Klaoudatos²

¹University of Thessaly, School of Agriculture Department of Agriculture ichthyology and Aquatic Environment

²Institute of Marine Biological Resources., Hellenic Centre for Marine Research, dklaoudatos@ath.hcmr.gr

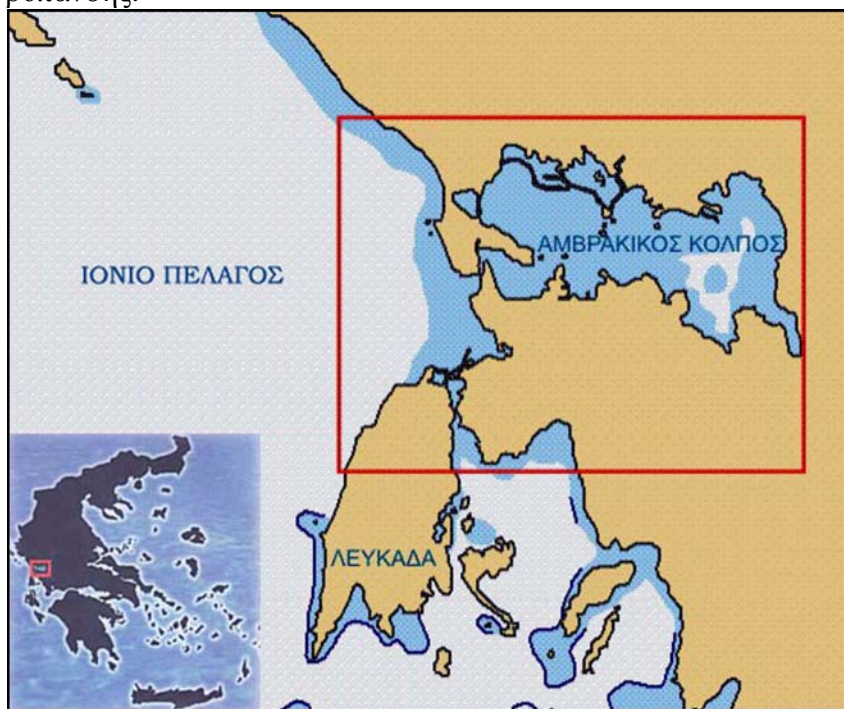
ABSTRACT

Amvrakikos Bay is considered to be the ideal biotope for the endemic prawn *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, a species which completes its biological cycle within the bay without the need for open water migration to the Ionian Sea. The initial study of this prawn in the fishing grounds of Amvrakikos Bay begun during 1974 when the Ministry of Agriculture funded a research project materialized by the Institute of Oceanographic and Fisheries Research (current HCMR) and was completed in 1982 (Klaoudatos, 1984). A second research project followed funded by the E.U (Konidis, 2001). The comparative results of both projects are discussed in the current paper, aiming to compare and extract the necessary conclusions regarding the future and prospect of the fishing industry for this unique species as well as its sustainability in its main biotope, Amvrakikos Bay.

Key words: *Melicertus (Penaeus) kerathurus*, Amvrakikos Bay, Fishing grounds, Endemic species, Biotope.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αυτόχθονη γαρίδα *Melicertus kerathurus* για την Ελλάδα αποτελεί αλίευμα μεγάλης εμπορικής αξίας και ειδικά για τον Αμβρακικό κόλπο (Εικ.1), που θεωρείται ο φυσικός βιότοπός της. Πρόσφατες αλιευτικές μελέτες έχουν δείξει ότι υφίσταται μεγάλη αλιευτική πίεση, που σε συνδυασμό με την αυξημένη ρύπανση του βενθικού υποστρώματος, περιορίζουν συνεχώς τα μεγέθη των αλιευομένων ατόμων με στόχο η αλιευτική παραγωγή να ανταποκρίνεται στην αυξανόμενη ζήτηση. Για να ανατραπεί η αρνητική αυτή κατάσταση και να συνεχιστεί η παρουσία της στον κόλπο πρέπει να αναληφθούν δράσεις με στόχο τον εμπλουτισμό και περιστολή της υφιστάμενης ρύπανσης.



Εικόνα 1. Ο Αμβρακικός κόλπος.

Η *M. kerathurus* ανήκει στην οικογένεια Penaeidae, και εμφανίζει μεταναστευτικές κινήσεις από την ανοικτή θάλασσα προς τις εκβολές των ποταμών και αντίστροφα. Οι μεταναστευτικές αυτές κινήσεις είναι συνδεδεμένες με τις βιολογικές φάσεις της ζωής της (περίοδο αναπαραγωγής, ανάπτυξη προνυμφών, νυμφικών σταδίων, μετανυμφών και νεαρών ατόμων) και καθορίζονται από τις μεταβολές των βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων των νερών (θερμοκρασία, αλατότητα, pH, συγκεντρώσεις φυτοζωοπλακτονικών οργανισμών κ.ά.) και μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

- ◆ Απελευθέρωση των αυγών στην ανοικτή θάλασσα και σε βάθη από 40 έως 50 m
- ◆ Παθητικές και ενεργητικές μετακινήσεις των νυμφών προς τις περιοχές με ελαττωμένες τιμές αλατότητας (συνήθως εκβολές ποταμών προφυλαγμένων κόλπων).
- ◆ Άφιξη στις περιοχές αυτές στο στάδιο της Μετανύμφης.
- ◆ Παραμονή μέχρι την εμφάνιση του σταδίου του νεαρού ατόμου.
- ◆ Μετακίνηση των νεαρών ατόμων από τις νηπιακές περιοχές προς την ανοικτή θάλασσα, όπου διαχειμάζουν, ωριμάζουν γεννητικά και ωοτοκούν.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στον Αμβρακικό κόλπο η μελέτη των μεταναστευτικών κινήσεων της *Penaeus kerathurus* βασίστηκε στη συστηματική αλιεία της σε όλες τις περιοχές που εμφανίζεται, σε συνδυασμό με τη γνώση του βάθους του πυθμένα κάθε περιοχής αλιείας. Η αλιεία πραγματοποιούνταν μετά τη δύση του ηλίου, όταν η ένταση του φωτός ελαττώνονταν και οι γαρίδες εξέρχονταν από το αμμολασπώδες βενθικό υπόστρωμα για να αναζητήσουν την τροφή τους. Χρησιμοποιήθηκαν μικρά αλιευτικά σκάφη παράκτιας αλιείας στα οποία επέβαιναν δύο αλιείς με ειδικά μανωμένα δίκτυα κατασκευασμένα από ψιλό λευκό νάϊλον με άνοιγμα ματιού 12-16 mm. Σε όλα τα άτομα της γαρίδας που αλιεύονταν μετρήθηκαν το ολικό και το σωματικό μήκος σε cm και το σωματικό βάρος σε γραμμάρια, με ακρίβεια δευτέρου δεκαδικού ψηφίου. Ταυτόχρονα προσδιορίζονταν και το φύλο των ατόμων. Σε όλους τους τόπους που πραγματοποιούνταν αλιεία προσδιορίζονταν το βάθος του πυθμένα και η φύση του βενθικού υποστρώματος με τη χρήση δειγματολήπτη βυθού (Drodge Code 1097 La motte). Οι αβιοτικοί παράμετροι προσδιορίζονταν με τη χρήση φορητών οργάνων της εταιρείας WTW (η θερμοκρασία και το pH με το Inolab WTW pH level I, η αλατότητα και η αγωγιμότητα με το Inolab WTW Cond level I και το διαλυμένο οξυγόνο με το WTW oxi level I.). Η συλλογή των φυτο-ζωοπλαγκτονικών οργανισμών πραγματοποιούνταν με πλαγκτονικά δίχτυα διαφόρων διαμέτρων και σύρσεις πεντάλεπτης διάρκειας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αλιευτικά δεδομένα η *Melicertus kerathurus* ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο εντός του Αμβρακικού κόλπου (διαχειμάζει και φωτοκεί), και δεν εξέρχεται στο Ιόνιο πέλαγος για το σκοπό αυτό (Klaoudatos *et al.*, 1992) όπως απέδειξαν:

1^ο Η χειμερινή αλιεία της στις περιοχές των νήσων του Αγίου Αντωνίου και μεταξύ των ακρωτηρίων Γελάδα και Χαλίκι. Η ύπαρξη και άλλων περιοχών διαχείμασης δεν αποκλείστηκε και αυτές πρέπει να είναι, ο κόλπος της Αμφιλοχίας, οι περιοχές νότια του ιχθυοτροφείου του Μαζώματος, δυτικά της Βόνιτσας μέχρι το Άκτιο και η περιοχή των Νήσων του Αγίου Αντωνίου.

2^ο Η αλιεία γεννητικά ώριμων θηλέων ατόμων σε όλη την έκταση του Αμβρακικού κόλπου (όρμος Λουτρακίου, όρμος Βόνιτσας, Φανάρι, Καρακονησιά, Παλιομπούκα, Κατάφουρκο), καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής, που εντοπίστηκε από τα μέσα Μαΐου έως τα τέλη Αυγούστου.

3^ο Η συλλογή πλαγκτονικών μορφών του είδους το μήνα Ιούλιο (στάδια Ναυπλίου και Πρωτοζωής) στο εσωτερικό του κόλπου και συγκεκριμένα μπροστά από το παλαιό ιχθυοτροφείο του Κατάφουρκου

Η έναρξη της αλιευτικής περιόδου της *M. kerathurus* προσδιορίστηκε στα μέσα Απριλίου, σε σχετικά μικρά βάθη από 5 έως 10 μέτρα. Δύο ηλικιακές κλάσεις γαρίδων εμφανίζονται, μία ηλικίας ενός περίπου χρόνου με μέσα μήκη ατόμων 14 έως 15 cm τα θήλεα και 13 έως 14 cm τα αρρενα, και μία άλλη με άτομα ηλικίας δύο περίπου ετών και μέσα μήκη 19 έως 20 cm τα θήλεα και 17 έως 18 cm τα αρρενα. Τα άτομα ηλικίας δύο χρόνων είναι πολύ λιγότερα, ενώ άτομα με μεγαλύτερα μήκη αλιεύονται εξαιρετικά σπάνια (Κλαουδάτος, 1984). Τα μέσα μήκη και βάρη των αλιευόμενων αρρένων και θηλέων ατόμων ήταν:

LT♂♂ = 12,20 ± 0,91 cm και BW = 13,52 ± 2,84 g (n = 112 άτομα) και
 LT♀♀ = 13,65 ± 1,11 cm και BW = 20,77 ± 5,07 g (n = 106 άτομα)

Από τα μέσα Μαΐου το είδος μετακινείται σε μεγαλύτερα βάθη (10-20 m), όπου και παραμένει μέχρι το τέλος Ιουνίου. Η αλιεία, απαγορεύεται τον Ιούλιο μήνα, επαναλαμβάνεται τον Αύγουστο σε μεγαλύτερα βάθη και με μεγαλύτερα άτομα. Διαρκεί όλο το πρώτο 15νήμερο του Αυγούστου, γιατί μετά οι γαρίδες μεταναστεύουν στα βαθύτερα σημεία του κόλπου με αποτέλεσμα οι ποσότητες που αλιεύονται με δίχτυα να είναι πολύ μικρές και η αποκλειστική αλιεία τους ασύμφορη. Στα τέλη Σεπτεμβρίου η αλιεία επαναλαμβάνεται σε βάθη από 8 έως 15 μέτρα μέχρι τις αρχές Νοεμβρίου με τη λεγόμενη φθινοπωρινή γαρίδα. Οι περιοχές αλιείας της εντοπίζονται μεταξύ των ιχθυοτροφείων Μαζώματος και Τσουκαλιό, από το ακρωτήριο Χαλίκι και μέχρι το Άκτιο και η περιοχή της Παλιομπούκας. Οι αλιευόμενες ποσότητες ήταν περιορισμένες και αποτελούνταν από άτομα μικρότερου μεγέθους από τα αρχικά που εμφανίζονταν το μήνα Απρίλιο. Γαρίδες δεν αλιεύθηκαν τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο, ενώ τον Ιανουάριο μεταξύ των ακρωτηρίων Γελάδας και Χαλίκι, στις Νότιες ακτές του Αμβρακικού, όπου ο βυθός είναι αμμολασπώδης, και σε βάθος 25 μέτρων αλιεύθηκε μικρή ποσότητα 12 γαρίδων μέσου βάρους 70,8 g. Νεαρά άτομα του είδους εμφανίζονται το Σεπτέμβριο κοντά στις εκβολές των ποταμών Αράχθου και Λούρου, όπου και παραμένουν μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου. Το βάρος τους, όταν ετοιμάζονται να εγκαταλείψουν τις περιοχές των εκβολών για τις περιοχές διαχείμασης κυμαίνονταν από 4 έως 8,3 g (150-200 άτομα στο Kg). Ο Δυτικός Αμβρακικός παρουσιάζει μεγαλύτερη αλιευτική απόδοση σε σχέση με τον Ανατολικό, με κύριο αλιευτικό πεδίο την νότια ακτή, από την όρμη της Βόνιτσας μέχρι το Άκτιο. Στον Ανατολικό Αμβρακικό αξιόλογο αλιευτικό πεδίο θεωρείται ο όρμος της Αμφιλοχίας έως την περιοχή των ιχθυοτροφείων Μπούκας και Αγρίλου. Η ετήσια αλιευτική παραγωγή του κυρίως Αμβρακικού κόλπου το 1980-1981 υπολογίστηκε στους 50 περίπου τόνους, όπως φαίνεται στον ακόλουθο Πίνακα (Πίν. 1).

Πίνακας 1. Ετήσιες αλιευόμενες ποσότητες της *Penaeus kerathurus* στον Αμβρακικό Κόλπο.

Αλιευτικά Κέντρα	Αριθμός λεμβών	Μέση ημερήσια αλιευόμενη ποσότητα ανά λέμβο	Ολική περίοδος αλιείας σε ημέρες	Σύνολο μέσω αλιευόμενων ποσοτήτων σε Kg *
Αμφιλοχία	10	5 Kg	90 έως 100	4.750
Μενίδι	10			4.750
Καρακονησιά	20			9.500
Παλιομπούκα	15			7.125
Πρέβεζα	30			14.250
Βόνιτσα	15			7.125
Σύνολο	100			47.500

*Συνολικά αλιεύονταν ετησίως περί τα 1,5 εκατομμύρια άτομα (30-35 άτομα/ Kg).

Η ετήσια αλιευτική παραγωγή για την περίοδο 2001-2002 υπολογίστηκε σε 70 περίπου τόνους από τους οποίους οι 25 περίπου τόνοι αλιεύθηκαν από τις περιοχές των λιμνοθαλασσών. Στον Πίνακα 2, δίνεται η σημερινή κατάσταση των συνεταιρισμένων αλιείων και των σκαφών που χρησιμοποιούν.

Πίνακας 2. Αλιείς-Αλιευτικοί Σύλλογοι-Σκάφη Αμβρακικού κόλπου 2000-2001

ΣΥΛΛΟΓΟΣ	ΑΛΙΕΙΣ	ΣΚΑΦΗ
Πρέβεζας	90	70
Αμβρακικού - Ανέζα	112	75
«Άγιος Δημήτριος» - Βόνιτσα	40	20
Σπάρτου	37	15
Βόνιτσας	40	40
Ανέζας	35	35
Κορωνησίας	50	40
Καλογεरिकού	60	30
Νεοχωρίου	?	?
Μενιδίου	25	25
Μπούκας	25	15
Αλιευτικός και Περιβαλλοντικός Σύλλογος «Άγιος Αθανάσιος» - Αμφιλοχία	50	30
Σύνολο	564	395

Η μέση απόδοση του διχτύου (γαριδόδιχτο) υπολογίστηκε σε 2 g/m διχτύου/ημέρα

Ο χρόνος χρήσης του διχτύου κυμαίνεται από 2 ώρες έως και 8 ώρες (βραδινή αλιεία))

Το βάθος χρήσης κυμαίνεται από 5 μέτρο έως και 20 μέτρα.

ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ

Η μελέτη του ρυθμού ανάπτυξης και του χρόνου ζωής της *M. kerathurus* στο φυσικό περιβάλλον στηρίχθηκε στην μέθοδο Petersen (1891), σύμφωνα με την οποία λαμβάνονται οι συχνότητες κατανομής των μηκών των αλιευομένων ατόμων. Από τα διαγράμματα κατανομής των μηκών αρρένων και θηλέων ατόμων στον Αμβρακικό κόλπο, για τρία συνεχή χρόνια (Klaoudatos *et al.*, 1992) προέκυψαν τα εξής:

1. Σε ηλικία 9 έως 11 μηνών από τη στιγμή τής ωοτοκίας τους, και εφ' όσον αυτή είχε πραγματοποιηθεί στις αρχές και μέχρι το μέσο τής αναπαραγωγικής περιόδου, είχαν αποκτήσει τα μεν άρρενα μήκος 13 έως 14 cm, τα δε θήλεα 14 έως 15 cm.
2. Σε ηλικία 12 έως 14 μηνών, τα μήκη είχαν διαμορφωθεί στα 14 έως 15 cm. για τα άρρενα και στα 16 έως 17 cm για τα θήλεα.
3. Τον 21^ο έως 23^ο μήνα τής ζωής τους τα θήλεα είχαν φτάσει σε μέσο μήκος 19 έως 20 cm, και τα άρρενα στο μήκος των 17 έως 18 cm.
4. Άτομα με μήκη άνω των 19 cm αν είναι άρρενα και 21 cm αν είναι θήλεα είχαν συμπληρώσει το δεύτερο χρόνο τής ζωής τους, η παρουσία τους όμως ήταν σπάνια.

Με βάση τα πιο πάνω, αλλά και τις μετρήσεις των νεαρών ατόμων από τις εκβολές των ποταμών Αράχθου και Λούρου, η μέση τιμή αύξησης της *Melicertus kerathurus* στο φυσικό περιβάλλον του Αμβρακικού κόλπου υπολογίστηκε για τους τέσσερις πρώτους μήνες της ζωής της σε 0,71 mm/ημέρα. Ο ρυθμός αυτός μειώνεται στη συνέχεια και διαμορφώνεται στους 9 έως 11 μήνες της ζωής τους για τα θήλεα άτομα σε 0,48 mm/ημέρα και τα άρρενα 0,45 mm/ημέρα, στους επόμενους 12 έως 14 μήνες τα θήλεα άτομα είχαν μέση αύξησης 0,41mm/ημέρα και τα άρρενα 0,36mm/ημέρα. Τέλος στους 21 έως 23 μήνες της ζωής τους οι τιμές αύξησης διαμορφώθηκαν σε 0,29 mm/ημέρα για τα θήλεα, και 0,26 mm/ημέρα για τα άρρενα άτομα.

Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι ο ρυθμός αύξησης της *Melicertus kerathurus* στον Αμβρακικό κόλπο, δεν είναι σταθερός εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία και την ηλικία των ατόμων, είναι, όμως, μεγαλύτερος από τους αντίστοιχους ρυθμούς αύξησης του ίδιου είδους σε άλλες Μεσογειακές περιοχές (Ben Mustafa, 1967; Rodriguez, 1977).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το γεγονός ότι η γαρίδα ολοκληρώνει τον βιολογικό της κύκλο μέσα στον Αμβρακικό κόλπο μπορεί να ερμηνευθεί με την παραδοχή ότι το οικοσύστημα του κόλπου ανταποκρίνεται πλήρως στις βιολογικές απαιτήσεις της. Από τη σύγκριση των δύο αλιευτικών παραγωγών του 1981 και 2001 φαίνεται ότι δεν υπάρχουν διαφορές στις αλιευόμενες ποσότητες, δεδομένου ότι και το 1981 και το 2001 οι ετήσιες αλιευόμενες ποσότητες είχαν υπολογισθεί σε 50 περίπου τόνους από τον κυρίως κόλπο (Πιν 1,2). Εκείνο όμως που τις διαφοροποιεί είναι τα μεγέθη των γαρίδων και η αυξημένη αλιευτική προσπάθεια που καταβάλλονταν το 2001 για την σύλληψή τους σε σχέση με το 1981. Διαπιστώνουμε από την σύγκριση των Πινάκων 1 και 2, ότι ο αριθμός των αλιευτικών σκαφών έχει τετραπλασιασθεί και ο αριθμός των αλιέων τριπλασιασθεί. Παράλληλα, ο χρόνος αλιείας έχει υπερδιπλασιαστεί, από 100 ημέρες το 1981 σε 225 ημέρες το χρόνο το 2001. Ταυτόχρονα το σύνολο σχεδόν των γαρίδων που αλιεύονταν το 2001 μόλις έχει συμπληρώσει τον πρώτο χρόνο της ζωής του. Το γεγονός αυτό εγκυμονεί μεγάλο κίνδυνο για την επιβίωση του είδους, γιατί, αν συνεχιστεί η σημερινή αλιευτική διαχείριση, είναι πολύ πιθανό να λείψουν τα άτομα που έχουν τη δυνατότητα αναπαραγωγής, εφ' όσον η γαρίδα ωοτοκεί με τη συμπλήρωση του πρώτου χρόνου ζωής της όταν έχει αποκτήσει ολικό μήκος 14 cm. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις κατασκευές φραγμάτων σε διάφορα σημεία του ποταμού Αράχθου, περιόρισαν τις φερτές ύλες που απέθετε ο ποταμός στον βυθό του κόλπου και ανανέωναν το βενθικό υπόστρωμα. Η ποιότητα και η έκταση του βενθικού υποστρώματος είναι πολύ σημαντική για όλα τα βενθόβια είδη. Ειδικά για το συγκεκριμένο είδος, επειδή εισέρχεται μέσα στο αμμολασπώδες υπόστρωμα στη διάρκεια της ημέρας. Παρατηρήσεις ήδη από το 1989 (ΕΚΘΕ 1989) δείχνουν υποβάθμιση του βενθικού υποστρώματος με συγκεντρώσεις θείου στην επιφάνεια του ιζήματος σε μερικά σημεία του κόλπου 300 έως 400 μg/l, όταν οι συγκεντρώσεις του θείου κάτω από πλωτούς ιχθυοκλωβούς μίας μονάδας εκτροφής ψαριών, στη δυσμενέστερη περίπτωση φθάνουν στα 40 έως 60 μg/l. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ακατάλληλου βενθικού υποστρώματος για την παραμονή του είδους και η αναζήτηση ενός νέου χώρου παραμονής. Έτσι εξηγούνται οι μεγάλες ποσότητες νεαρών ατόμων που αλιεύθηκαν το 2001 μέσα στα ιχθυοτροφεία, επειδή η ρύπανση του βενθικού υποστρώματος στο εσωτερικό του κόλπου είναι απαγορευτική, distάζουν να μετακινηθούν από τις περιοχές νηπιακής ανάπτυξης προς τα παραδοσιακά μέρη διαχείμασης και επιμηκύνουν το χρόνο παραμονής τους στις καταλληλότερες περιοχές των ιχθυοτροφείων. Όταν όμως υπάρξει μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας στα αβαθή νερά των λιμνοθαλασσών υποχρεωτικά μετακινούνται προς τα βαθύτερα νερά του κυρίως κόλπου και τότε μαζικά αλιεύονται από τους αλιείς. Για τη διατήρηση της σημερινής αλιευτικής παραγωγής, εξαιτίας δυσκολιών άρσης των αιτιών των δυσμενών επιδράσεων στο βενθικό υπόστρωμα, θα πρέπει να εφαρμοσθούν εναλλακτικές λύσεις για την ενίσχυση της παραγωγής, όπως ο εμπλουτισμός της *M. kerathurus*.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα αποτελέσματα των δύο μελετών επιβάλλεται: Η ενίσχυση των φυσικών αποθεμάτων της *M. kerathurus* στον Αμβρακικό κόλπο με διαδοχικούς εμπλουτισμούς νεαρών ατόμων που θα παράγονται σε ειδικά διαμορφωμένο εκκολαπτήριο της περιοχής και θα ελευθερώνονται σε επιλεγμένες περιοχές των λιμνοθαλασσών του κόλπου.

Ταυτόχρονα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί και η ελεγχόμενη εκτατική ή ημιεντατική εκτροφή της στις παρυφές του κόλπου (Κλαουδάτος, 1987). Με την υλοποίηση των δύο αυτών προτάσεων θεωρούμε ότι είναι δυνατή η συνέχιση της παρουσίας του είδους στο φυσικό βιότοπό του, που κινδυνεύει άμεσα από την υπεραλίευση και τη συνεχιζόμενη υποβάθμιση του βενθικού υποστρώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΚΘΕ, 1989. Ωκεανογραφική μελέτη Αμβρακικού κόλπου. Τελική Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Ben-Mustafa A, 1967. Observations biologiques sur *Penaeus kerathurus* (Forsk.). Ann.Inst.Ocean. Pech Salambo No 13:1-100.
- Klaoudatos S., 1979. Distribution of the prawn *Penaeus kerathurus* along the West Coast of Greece. Bioll. Gallohell. 8, 61-65
- Klaoudatos S., Tsevis N, and Conides A., 1992. Studies on the migratory movements of the prawn *Penaeus kerathurus* (Forskall 1775) at Amvrakikos Gulf, Western Greece. Marine Ecology, 13(2): 133-147
- Κλαουδάτος Σ., 1984. Συμβολή στη βιολογία και στην υπό ελεγχόμενες συνθήκες αναπαραγωγή και εκτροφή της γαρίδας *Penaeus kerathurus* (Forskall 1775). Διδακτορική Διατριβή, Παν/μιο Πατρών, σελ. 238.
- Κλαουδάτος Σ., 1987. Δυνατότητες μαζικής παραγωγής της γαρίδας *Penaeus kerathurus* και εμπλουτισμός με αυτή του Αμβρακικού κόλπου. Πρακτ. Α' Συν. Προστασίας και Ανάπτυξης του Αμβρακικού κόλπου, 69-75.
- Petersen, CG.I, 1891. Eine Methode zur Bestimmung des Alters und des Wunsches der Fische. Mitt. Ot. Seef. Ver. II: 226-235.
- Rodriquez A., 1981. Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* and *Palaemon seratus* in salt ponds. Aquaculture: 257-266.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΑΦΘΟΝΙΑ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ (ΣΥΣΤΗΜΑ Π. ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ, Β.Δ. ΕΛΛΑΔΑ) ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ

Π.Μ. Φουρκιώτης, Α.Κ. Κοκκινάκης, & Ν.Κ. Παπαγεωργίου

Περίληψη

Ο π. Βενέτικος περιλαμβάνεται στο μεγαλύτερο ποτάμιο σύστημα του π. Αλιάκμονα και αποτελεί ακόμη σήμερα ένα αξιόλογο οικοσύστημα της Βορειοδυτικής Ελλάδας, το οποίο έχει δεχθεί μόνο λίγες ανθρωπογενείς επιδράσεις ενώ περιλαμβάνει μια αξιόλογη ιχθυοπανίδα.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης των ιχθυοπληθυσμών του π. Βενέτικου και των μεταβολών της ιχθυοπανίδας του, με στόχο τη μελλοντική φιλική προς το περιβάλλον διαχείρισή του και τον προσδιορισμό κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων για τη προστασία του. Για το λόγο αυτό μελετήθηκε η αφθονία των ιχθυοπληθυσμών του ποταμού κατά τη διάρκεια των 'μέγιστων' (άνοιξη) και 'ελάχιστων' (φθινόπωρο) παροχών του ποταμού. Το πλέον άφθονο είδος ήταν το *Barbus peloponnesius*, το οποίο ακολουθούνταν από τα είδη *Alburnoides bipunctatus* και *Leuciscus cephalus*. Η εξάπλωση του είδους *Salmo trutta* βρέθηκε ότι περιορίζεται μόνο σε μια μικρή περιοχή στον άνω ρου του ποταμού και είναι απειλούμενη.

Ο Βενέτικος παρέχει αξιόλογα ενδιαιτήματα για ευαίσθητα είδη ψαριών που κινδυνεύουν, όπως είναι το είδος *Salmo trutta*, η προστασία των οποίων είναι καθοριστική όχι μόνο για τη διατήρηση του τοπικού πληθυσμού αλλά και για την επιβίωση του είδους. Από τα αποτελέσματα της εργασίας είναι προφανής μια καλή περιβαλλοντική κατάσταση στα ανάντη του ποταμού, ενώ αρχίζει να διαφαίνεται μια πρώτη υποβάθμιση προς τα κατόντη, λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων. Επομένως, αντίστοιχες περιοχές πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα σοβαρά στα τοπικά αναπτυξιακά ή περιβαλλοντικά προγράμματα διαχείρισης.

Keywords: ποταμός Βενέτικος, ιχθυοπανίδα, αφθονία ιχθυοπληθυσμών, *Salmo trutta*, *Barbus peloponnesius*, ενδιαιτήματα ψαριών.

VARIATIONS OF THE FISH FAUNA'S ABUNDANCE IN VENETIKOS RIVER (ALIAKMON R. SYSTEM, NW GREECE) DURING THE PERIODS OF MINIMUM AND MAXIMUM WATER SUPPLY

P.M. Fourkiotis, A.K. Kokkinakis, N.K. Papageorgiou

Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Wild Life and Freshwater Fisheries, Box 241, 54124 Thessaloniki, Greece, e-mail: akokkin@for.auth.gr

Abstract

The Venetikos River that included in the bigger Aliakmon River system constitutes a considerable ecosystem in Northwestern Greece, which accepted up to today only small human-like developmental effects, and includes a significant fish fauna.

This paper presents an effort for establishing the existing status of the fish population in Venetikos River and the variability of its fish fauna, aiming to a future environmentally friendly management and the indication of suitable safety processes for its protection. For the above reason it was studied the abundance of the river's fish population during the periods of maximum (spring) and minimum (autumn) river flow. The most abundant fish species of the river was *Barbus peloponnesius*, followed by the species *Alburnoides bipunctatus* and *Leuciscus cephalus*. The species *Salmo trutta* was restricted only in a limited area in the upper flow of the river and is under threat.

The Venetikos River provides important habitats for sensitive and risky fish species as *S. trutta macedonicus*, the protection of which is decisive not only for the preservation of the local fish population but also for the survival of the species. From the results of the study it is obvious the high-quality environmental conditions of the upper flow areas of river and the preliminary degradation of the downwards due to human impacts. Therefore, such areas have to be taken into account very seriously in local developmental or environmental management programs.

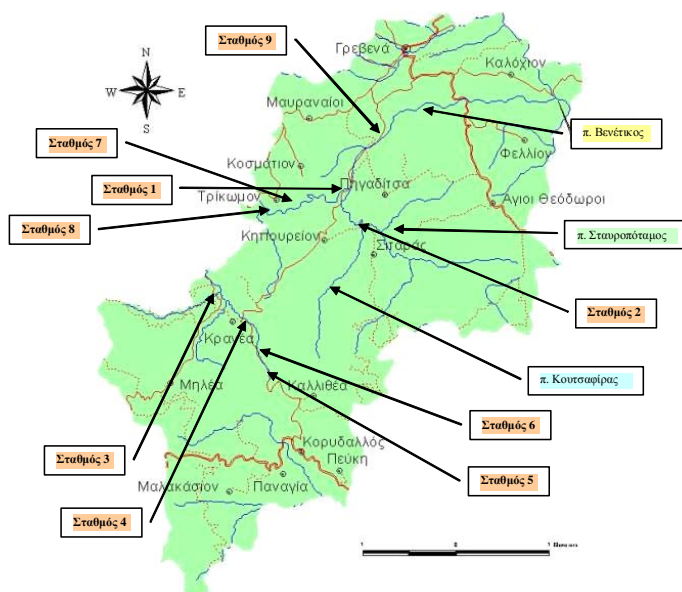
Keywords: Venetikos River, fish fauna, fish abundance, *Salmo trutta macedonicus*, *Barbus peloponnesius*, fish habitats.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη χώρα μας, παρόλη την υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων κατά τα τελευταία έτη, πολλά ποτάμια διατηρούν ακόμη αρκετά είδη ψαριών και σημαντικές ποσότητες ιχθυαποθεμάτων. Ένα τέτοιο υδάτινο οικοσύστημα είναι αυτό της λεκάνης απορροής του ποταμού Βενέτικου, το οποίο λόγω των περιορισμένων ανθρωπογενών επιδράσεων που έχει δεχτεί, παρουσιάζει σχετικά ικανοποιητικό αριθμό ειδών και ιχθυοπληθυσμών (Κοκκινάκης & Παπαγεωργίου 2005, Κοκκινάκης κ.α. 2007).

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η αφθονία των ειδών των ψαριών στο π. Βενέτικο και γίνεται μια στατιστική ομαδοποίηση των περιοχών του ποταμού όπου έγιναν δειγματοληψίες, με στόχο την ανάδειξη της περιβαλλοντικής κατάστασης τους. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να διαπιστωθεί κάποια διαφοροποίηση ή υποβάθμιση ορισμένων περιοχών ώστε να ληφθούν μέτρα για να μη δημιουργηθούν μόνιμα περιβαλλοντικά προβλήματα (Κοκκινάκης κ.α. 2005).

Η εργασία αυτή αποτελεί τμήμα ερευνητικού προγράμματος με τίτλο: 'Πρόγραμμα Παρακολούθησης και Αξιολόγησης των Επιπτώσεων στα μεγάλα θηλαστικά και στα ενδαιτήματά τους από την κατασκευή και λειτουργία της Εγνατίας Οδού στο τμήμα Παναγιά – Γρεβενά', που χρηματοδοτήθηκε από την 'Εγνατία Οδό' Α.Ε..



Εικόνα 1. Οι σταθμοί δειγματοληψίας στο ποταμό Βενέτικο στα μέγιστα και ελάχιστα της παροχής του.

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

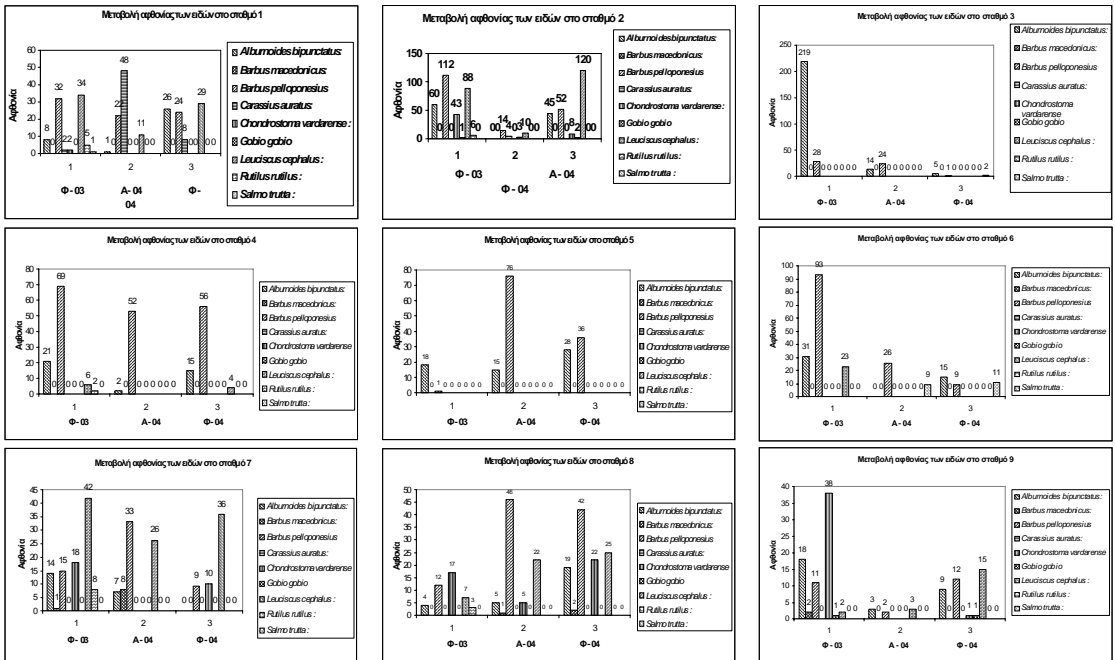
Για την παρακολούθηση της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών του ποταμού, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικές περιοχές – ‘σταθμοί δειγματοληψίας’ οι οποίες στο μέλλον να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως θέσεις αναφοράς, που θα περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά ενδιαιτήματα για τους πληθυσμούς των ψαριών της περιοχής. Οι περιοχές αυτές (σταθμοί) επιλέχθηκαν με βάση τη μικρή απόστασή τους από την Εγνατία Οδό καθώς και την ύπαρξη ή κατασκευή γεφυρών, φραγμάτων και άλλων ανθρωπογενών επιδράσεων, που θα μπορούσαν να αποτελέσουν πιθανόν στο μέλλον ανασταλτικά στοιχεία για την εξάπλωση των ιχθυοπληθυσμών (Dunham et al. 2002). Συνολικά επιλέχθηκαν 9 σταθμοί δειγματοληψίας (Εικ. 1) κατά μήκος του ποταμού, στους οποίους εφαρμόστηκε η μέθοδος της ηλεκτραλιείας για τη συλλογή των δειγμάτων, με φορητή συσκευή τύπου ‘Safari Research 550D’, σε μήκος κοίτης ποταμού περίπου 100m για χρονική διάρκεια 25 – 30min.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις περιόδους των μέγιστων (άνοιξη) και ελάχιστων (φθινόπωρο) παροχών κατά τα έτη 2003 και 2004. Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν ένα προσεκτικό σάρωμα με τη συσκευή της ηλεκτραλιείας, αντίθετα στη ροή του ποταμού και σε όλο το πλάτος της κοίτης του ποταμού σε σχήμα μαιάνδρου και σε μέγιστο βάθος 1,20 m, χωρίς αποκλεισμό της περιοχής δειγματοληψίας με δίχτυα. Πίσω από τον χειριστή της συσκευής ακολουθούσαν πάντα δύο άτομα για τη συλλογή των αναισθητοποιημένων ψαριών που διέφευγαν. Η εκτίμηση των ιχθυοπληθυσμών έγινε με τον υπολογισμό της σχετικής αφθονίας εκφρασμένης ως αριθμό ατόμων ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας σε συγκεκριμένη επιφάνεια ποταμού (~500 m²) στον κάθε σταθμό και με αναγωγή στην πλησιέστερη ακέραιη μονάδα (Catch Per Unit of Effort).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

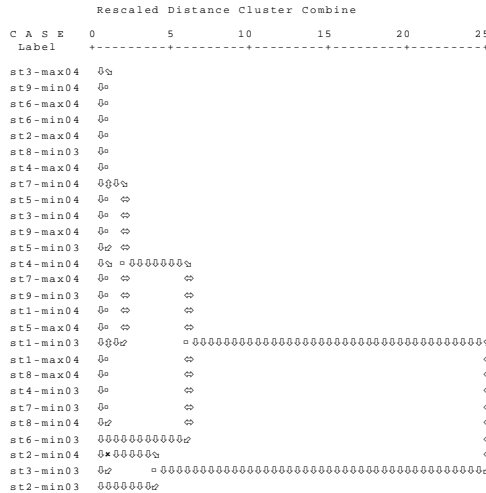
Από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στους 9 σταθμούς και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων βρέθηκαν οι παρακάτω αφθονίες που παρουσιάζονται στην Εικόνα 2. Από την εικόνα αυτή μπορούμε να διαπιστώσουμε την κακή περιβαλλοντική κατάσταση του σταθμού 9, στον οποίο παρατηρούνται μικρές τιμές αφθονίας παρά το γεγονός ότι βρίσκεται προς τα κατάντη του ποταμού και θεωρητικά αναμένονται υψηλότερες τιμές.

Ο κυριότερος παράγοντας στον οποίο οφείλεται η υποβάθμιση της περιοχής είναι οι έντονες ανθρωπογενείς επιδράσεις όπως η ύπαρξη της μεγάλης γέφυρας του οδικού τμήματος Γρεβενά – Μέτσοβο και η όχληση εξαιτίας της, καθώς και οι αμμοληψίες, η αλιεία και η άρδευση.



Εικόνα 2. Μεταβολή της αφθονίας των ειδών των ψαριών αναλυτικά ανά σταθμό και εποχή κατά τις δειγματοληψίες στα ‘μέγιστα’ και ‘ελάχιστα’ της παροχής του π. Βενέτικου στο σύνολο των σταθμών.

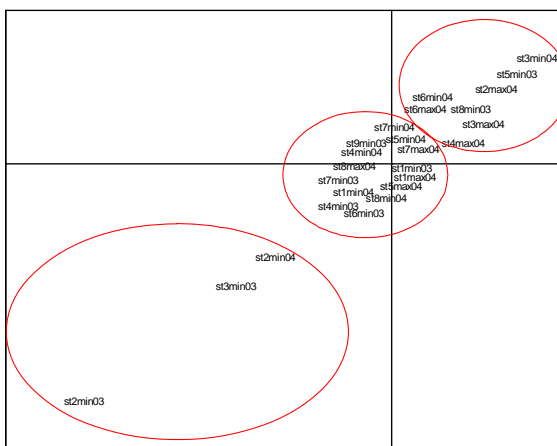
Στην Εικόνα 3 γίνεται ομαδοποίηση των 9 σταθμών με ανάλυση δενδρογράμματος (Cluster analysis), για να διαπιστωθούν τυχόν ομοιότητες ή μη μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας κατά τις περιόδους του έτους που υλοποιήθηκαν αυτές.



Εικόνα 3. Ομαδοποίηση και διαχωρισμός των σταθμών ανά δειγματοληψία κατά τα ‘μέγιστα’ και ‘ελάχιστα’ της παροχής του π. Βενέτικου με ανάλυση δενδρογράμματος (Cluster analysis).

Στην Εικόνα 4 γίνεται ανάλυση της αφθονίας των ψαριών η οποία εκτιμήθηκε με τη μέθοδο των πολλαπλών διαστάσεων (Multi Dimensional Scaling).

Από την ανάλυση του δενδρογράμματος της Εικ. 3., βλέπουμε ότι σχηματίζονται 3 ομάδες σταθμών. Από αυτές οι δύο πρώτες περιλαμβάνουν σταθμούς οι οποίοι παρουσιάζουν μικρές και ενδιάμεσες τιμές αφθονίας. Η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει τους σταθμούς 2 και 3 κατά τις περιόδους των ελάχιστων παροχών και οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλές τιμές αφθονίας. Η ομάδα αυτή λοιπόν αποτελεί ανεξάρτητη ομάδα σταθμών μόνο τις περιόδους των ‘ελάχιστων’ παροχών. Διαπιστώνεται έτσι η πολύ καλή περιβαλλοντική κατάσταση της περιοχής αυτής που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Κρανιας. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την ανάλυση σε πολλές διαστάσεις (Εικ. 4).



Εικόνα 4. Ομαδοποίηση και διαχωρισμός των σταθμών δειγματοληψίας, ανά δειγματοληψία κατά τα ‘μέγιστα και ‘ελάχιστα’ της παροχής του π. Βενέτικου (MultiDimensional Scaling MDS).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα ανάντη του ποταμού (Στ. 3, 4, 5 και 6, περιοχή Κρανιας), παρουσιάζεται μικρότερη βιοποικιλότητα, με περιορισμένο αριθμό ειδών, από 2 μέχρι 4 (Εικ. 2). Αντίθετα στους σταθμούς που βρίσκονται στο μέσο ρου του ποταμού ή σε σημεία συμβολής του με άλλους παραποτάμους (Στ. 1. Βενέτικου – Σταυροπόταμου και Στ. 2. Σταυροπόταμου – Κουτσαφύρα), ο αριθμός των ειδών αυξάνει μέχρι οκτώ. Το είδος που επικρατεί είναι το *Barbus peloponnesius*, και συνήθως ακολουθούν τα είδη *Alburnoides bipunctatus*, *Leuciscus cephalus* και ορισμένους μόνο σταθμούς το *Chondrostoma vardarensis*. Οι πληθυσμοί της άγριας πέστροφας *Salmo trutta* έχουν περιορισθεί σημαντικά και έχουν εξαφανισθεί από τον υπόλοιπο ποταμό κυρίως λόγω υπεραλίευσης. Το είδος αυτό σήμερα κινδυνεύει και παραμένει μόνο στη περιοχή του άνω ρου του ποταμού (περιοχή Κρανιας – Μικρολίβαδου), (Μιξαφέντης κ.α. 2005, Kokkinakis 2006).

Κατά τη κατασκευή έργων στη περιοχή θα πρέπει να αποφευχθούν μόνιμες ή παροδικές κατασκευές στην κοίτη του ποταμού, οι οποίες θα εμποδίζουν την ελεύθερη διακίνηση των ιχθυοπληθυσμών (Economidis 1991, Αποστολίδης & Kokkinάκης 2007). Οι εμπλουτισμοί, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο και μετά από εμπεριστατωμένες για το σκοπό αυτό μελέτες, θα πρέπει να βασίζονται αποκλειστικά σε τοπικά είδη (Economidis 1991). Πρέπει με κάθε τρόπο να αποφευχθούν εισαγωγές ξενικών με το οικοσύστημα ειδών (γριβάδι *Cyprinus carpio* ή πεταλούδα *Carassius auratus*) προκειμένου να μπορέσει να διατηρηθεί η σύνθεση της τοπικής ιχθυοπανίδας.

Ιδιαίτερα απαραίτητη κρίνεται η εκπαιδευτική ενημέρωση και πληροφόρηση των κατοίκων της περιοχής στα παραπάνω θέματα, για την αποφυγή λανθασμένων ενεργειών. Τέλος, θα πρέπει να γίνει ιδιαίτερη σύσταση στους γεωργούς της περιοχής ώστε να χρησιμοποιούν τα γεωργικά φάρμακα στις ενδεικνυόμενες δόσεις και επαναλήψεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αποστολίδης Α.Π., Α.Κ. Κοκκινάκης, (2007). Επίδραση των εμπλουτισμών στους πληθυσμούς άγριας πέστροφας (*Salmo trutta* L.) στη Βόρεια Ελλάδα. *Πρακτ. 13^{οο} Πανελ. Συν. Ιχθυολ.*, Μυτιλήνη 27-30/9/07, 563-566.
- Dunham K.A., J. Stone, J.R. Moring, (2002). Does electric fishing influence movements of fishes in streams? Experiments with brook trout, *Salvelinus fontinalis*, *Fisheries Management and Ecology*, 9: 249-251.
- Economidis P.S., (1991). Check list of freshwater fishes of Greece (Recent status of threats and protection). *Hellenic Society for the Protection of Nature*, Special publication, 48 p.
- Κοκκινάκης Α.Κ., Ν.Κ. Παπαγεωργίου, (2005). Υδάτινα οικοσυστήματα, ιχθυοπανίδα & ιχθυοπληθυσμοί 'Πρόγραμμα Παρακολούθησης και Αξιολόγησης των Επιπτώσεων στα μεγάλα θηλαστικά και στα ενδιαιτήματά τους από την κατασκευή και λειτουργία της Εγνατίας Οδού στο τμήμα Παναγιά-Γρεβενά', Τελ. Έκθ. Προγρ., Εγνατία Οδός Α.Ε. 129 σ.
- Kokkinakis A.K., (2006). Environmental hazards affecting the endangered fish fauna of mountainous rivers in West Macedonia (Greece). *Proc. 3rd Intern. Cong. Aquaculture, Fisheries Tech. & Environ. Manag. (AQUAMEDIT 2006)*, Athens, Greece, 3-4/11/2006, σε CDrom.
- Κοκκινάκης Α.Κ., Ν.Κ. Μιξαφέντης, Π.Μ. Φουρκιώτης, Ν.Κ. Παπαγεωργίου, (2007). Αξιολόγηση της εποχικής αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών του π. Βενέτικου (σύστημα π. Αλιάκμονα). *Πρακτ. 13^{οο} Πανελ. Συν. Ιχθυολ.*, Μυτιλήνη 27-30/9/07, 547-550.
- Κοκκινάκης Α.Κ., Π.Μ. Φουρκιώτης, Ν.Κ. Μιξαφέντης, Ν.Κ. Παπαγεωργίου, (2005). Περιοδική παρακολούθηση της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών και της ποικιλότητας των ειδών στον π. Βενέτικο (ποτάμιο σύστημα Αλιάκμονα). *Πρακτ. 12^{οο} Πανελ. Συν. Ιχθυολ.*, Δράμα 13-16/10/05, 253-257.
- Μιξαφέντης Ν.Κ., Α.Κ. Κοκκινάκης, Π.Μ. Φουρκιώτης, Ν.Κ. Παπαγεωργίου, (2005). Εποχική παρακολούθηση της ποικιλότητας και της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών του ποταμού Βενέτικου. *Πρακτ. 12^{οο} Πανελ. Δασολ. Συνεδ. της Ε.Δ.Ε.*, Δράμα 5-8/10/05, 317-326.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ, ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΑΡΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΣΙΡΩΝΙΟΥ *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΛΒΗΣ (ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ, ΕΛΛΑΣ), ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΤΟΥ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ.

Σ. Κυρίτση, Α.Κ. Κοκκινάκης, Α.Β. Βαλούκας & Χ. Νεοφίτου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το τσιρώνι *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα είδη ψαριών για την αλιεία των εσωτερικών νερών της Ελλάδας και ένα από τα πιο άφθονα είδη της λίμνης Βόλβη. Στην εργασία αυτή προσδιορίστηκε η σύνθεση του πληθυσμού του τσιρωνιού και η θνησιμότητα του από τα δείγματα που συλλέχθηκαν με απλάδια δίχτυα με 16 διαφορετικά μεγέθη ματιού από 10 μέχρι 60 mm στη λίμνη Βόλβη. Τα δείγματα συλλέχθηκαν κατά τον Μάρτιο και Απρίλιο 1999. Τα μεσουραία μήκη των ψαριών κυμάνθηκαν από 70 έως 230 χιλ. (FL), ανάλογα από το μάτι του δίχτυου που συλλαμβάνονταν.

Ο πληθυσμός του τσιρωνιού περιέλαβε έξι ομάδες ηλικίας αρσενικών και οκτώ θηλυκών ατόμων και η αναλογία των αρσενικών προς τα θηλυκά ήταν 1:1,19. Η αλιευτική θνησιμότητα (F) και η φυσική θνησιμότητα (M) ήταν 0,96 και 0,24 αντίστοιχα. Η παραγωγή των νεοεισερχόμενων ατόμων στην αλιεία κάτω από αλιευτικό καθεστώς που εξετάστηκε ήταν 23,093 g. Η προβλεπόμενη μέγιστη παραγωγή των νεοεισερχόμενων ήταν 23,37 g, η οποία θα μπορούσαν να πραγματοποιηθεί με θνησιμότητα αλιείας 2.

Από την ανάλυση που έγινε προκύπτει ότι το τσιρώνι αλιεύεται σχεδόν σωστά στη λίμνη Βόλβη, που σημαίνει ότι το είδος ούτε υπεραλιεύεται αλλά ούτε και υποαλιεύεται. Εάν θα μπορούσαμε να μειώσουμε την αλιευτική προσπάθεια που εφαρμόζεται στη λίμνη στο 50%, δηλαδή εάν μειώνουμε την αλιευτική θνησιμότητα στο 0,48 από το 0,96 που είναι, θα είχαμε μόνο μια μείωση στο 5% της συνολικής αλιευτικής παραγωγής, η οποία μεταφράζεται σε μια γενικότερη μείωση του κόστους αλιείας στο μισό.

Η εκπόνηση αναλυτικών αλιευτικών μελετών στις λίμνες, μπορεί να προσδιορίσει νέες μεθόδους αλιευτικής διαχείρισης, οι οποίες θα αποβλέπουν στην υγιή και οικονομικά βιώσιμη εκμετάλλευσή τους.

Keywords: *Rutilus rutilus*, λίμνη Βόλβη, απλάδια δίχτυα, νεοεισερχόμενα, αλιευτική θνησιμότητα

POPULATION STRUCTURE, YEAR PER RECRUIT AND MORTALITY OF ROACH *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) IN VOLVI LAKE (MACEDONIA, GREECE) AIMING TO ITS RATIONAL FISHERY MANAGEMENT

S. Kiritsi¹, A.K. Kokkinakis¹, A.V. Valoukas¹, C. N. Neophitou²

1. Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Wild Life and Freshwater Fisheries, Box 241, 54124 Thessaloniki, Greece, e-mail: akokkin@for.auth.gr

2. University of Thessaly, Department of Ichthyology and Aquatic Environment, Laboratory of Ichthyology and Hydrobiology, Volos, Greece, e-mail: chneofit@apae.uth.gr

ABSTRACT

The roach *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), constitute one of the most important fishery species for the inland water of Greece and the most abundant fish species of lake Volvi. In the present study, the population structure and the mortality of roach in Volvi lake was estimated from samples collected with 16 different types of nets with a mesh size of 10 to 60 mm. Sampling collected during March and April 1999. Fork lengths of collected samples ranged from 70 to 230 mm (FL) depending on the mesh size.

This population comprised six age groups of males and eight of females and the ratio of males to females was 1:1,19. The fishing mortality (F) and natural mortality (M) were 0,96 and 0,24 respectively. Yield per recruit under the fishing regime was 23,093 g. Its predicted value at maximum sustained yield was 23,37 g, which could be obtained at a fishing mortality of 2.

The analysis shows that in Volvi Lake the roach is fishing almost in the correct way that means the species is not 'over' or 'under' fishing in the lake. If we could reduce the fishing effort in 50% of the existing, namely if we reduce the fishing mortality to 0,48 from 0,96, we should have only 5% decrease of the yield per recruitment, that means an overall fall of the of the fishery cost at half price.

The application of detailed fishery studies in the fisheries of lakes can define new fishery management methods aiming to their sound and financial viable exploitation.

Keywords: *Rutilus rutilus*, Volvi Lake, gill net, selectivity, yield per recruit, fishing mortality

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το τσιρώνι *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) (Common Roach), ανήκει στην οικογένεια Cyprinidae, όπως άλλωστε και τα περισσότερα είδη του γλυκού νερού. Σήμερα θεωρείται από τα σημαντικότερα εμπορεύσιμα είδη της Ευρώπης και της χώρας μας, όπως επίσης αποτελεί και αξιόλογο είδος στην ερασιτεχνική αλιεία των εσωτερικών νερών. Αν και είναι ένα από τα πιο καλά μελετημένα είδη ψαριών του γλυκού νερού ως προς την αύξηση, την αναπαραγωγή, τη διατροφή, τα παράσιτα και την βιολογία του (Masterman, 1923, Hartley, 1947, Jones 1953, Wallin, 1957, Williams 1967, Mann 1973, 1974, Hellowell 1972, Goldspink 1979, Linfield 1979, Papageorgiou 1979, Gowx 1990, Naddafi R. et al. 2005, Tarkan, A, 2006 κ.α.), είναι αρκετά περιορισμένες οι μελέτες που αφορούν τη δυναμική των πληθυσμών του και την αλιευτική του παραγωγικότητα.

Στη λίμνη Βόλβη που είναι μια από τις μεγαλύτερες λίμνες της χώρας μας, το τσιρώνι αποτελεί το κυριότερο αλιεύμα της και θεωρείται αυτόχθονο είδος (Κοκκινάκης κ.α. 2000, Γάτσιου κ.α. 2003). Η γενική εικόνα της αλιευτικής κατάστασης της λίμνης σήμερα είναι ότι υπάρχει μείωση των περισσότερων εμπορεύσιμων και ακριβότερων αλιευμάτων της, με ταυτόχρονη σταθεροποίηση των φθηνότερων (Κοκκινάκης κ.α., 2000) Γενικότερα, η ιχθυοπαραγωγή στη λίμνη έχει μειωθεί σημαντικά, κυρίως εξαιτίας συγκεκριμένων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που προκάλεσαν την υποβάθμιση της ποιότητας και της ποσότητας των νερών της, με άμεσο αποτέλεσμα την καταστροφή των τόπων αναπαραγωγής των ψαριών και τον περιορισμό των πεδίων διατροφής των νεογέννητων ψαριών (Κοκκινάκης κ.α. 2000). Επιπλέον, η επιλεκτική αλιεία ορισμένων εμπορεύσιμων ειδών, έχει συμβάλει δραστικά στην αλλαγή της δομής των ιχθυοπληθυσμών της και στη μείωση των ιχθυαποθεμάτων της (Κοκκινάκης & Economidis, 1998).

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η εκτίμηση της αλιευτικής κατάστασης των πληθυσμών του τσιρώνιου στη λίμνη Βόλβη, όπως είναι η σύνθεση των πληθυσμών του, ο προσδιορισμός της θνησιμότητας αλιευτικής και φυσικής και της παραγωγής των νεοεισερχόμενων τσιρωνιών στην αλιεία της λίμνης.

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την εξέταση της σύνθεσης και τον προσδιορισμό της επιλεκτικότητας των απλαδιών διχτύων στο τσιρώνι της λίμνης Βόλβης εφαρμόστηκε πειραματική αλιεία το Μάρτιο και Απρίλιο του 1999. Χρησιμοποιήθηκαν απλάδια δίχτυα με 16 διαφορετικά μάτια, δηλαδή: 10, 12, 15, 18, 22, 24, 26, 28, 32, 34, 36, 38, 40, 45, 50 και 60mm, τα οποία είχαν μήκος 50m έκαστο, εκτός από το δίχτυ των 18mm, το οποίο είχε μήκος 19,5m. Το κάθε δίχτυ τοποθετούνταν με τέτοιο τρόπο ώστε να απέχει από το επόμενο τουλάχιστον 3m, έτσι ώστε να μπορούν να περνούν τα ψάρια του κοπαδιού ανάμεσά τους και με τον τρόπο αυτό να μην επηρεάζονται οι συλλήψεις του κάθε δίχτυου από τα

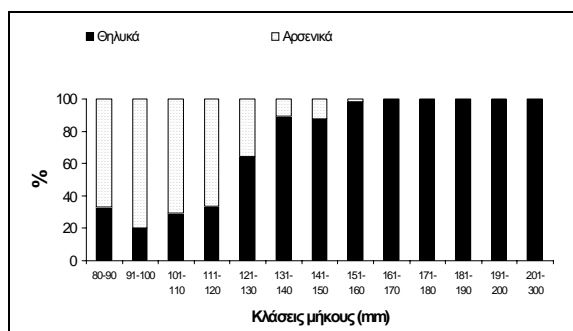
παρακείμενά του (Hamley 1975). Τα δίκτυα τοποθετήθηκαν πρωί και ανασύρθηκαν μετά από 24 ώρες. Τα δείγματα των ψαριών μετά την εξαλίευση τοποθετήθηκαν σε συντηρητικό διάλυμα, σε διαφορετικά δοχεία για το κάθε δίκτυο από όπου αλιεύθηκαν. Στο εργαστήριο έγιναν σωματομετρικές μετρήσεις μήκους και βάρους και αναγνώριση φύλου σε κάθε ψάρι και κρατήθηκαν λέπια για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Συνολικά αλιεύτηκαν 885 άτομα, μόνο από τα 7 από τα 16 μάτια δικτυών που χρησιμοποιήθηκαν, από 12 έως 28mm, ενώ με τα υπόλοιπα το είδος δεν αλιεύθηκε.

Ο υπολογισμός της ολικής θνησιμότητας του τσιρωνιού έγινε με δύο μεθόδους α) από την ‘Καμπύλη Παραγωγής’ και β) από την ‘Μετατροπή των Μηκών σε Ηλικία’.

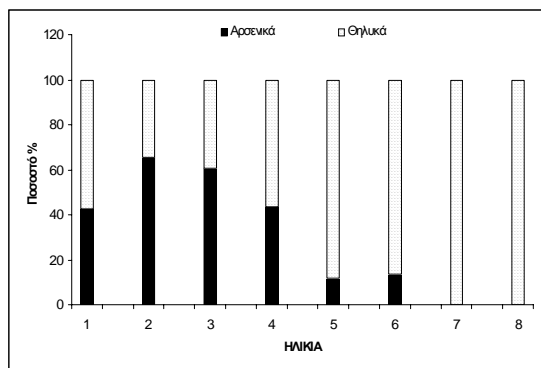
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύνθεση πληθυσμού

Η αναλογία των φύλων στο σύνολο των ατόμων που αλιεύθηκαν ήταν 1:1,19 (αρσενικά: θηλυκά), δηλαδή, 404 άτομα ήταν αρσενικά και 481 θηλυκά. Από τον έλεγχο ομοιομορφίας που έγινε με βάση το μήκος σώματος, προέκυψε ότι η αναλογία φύλων δεν παρέμενε σταθερή σε όλο το εύρος των μεγεθών ($X^2 = 260,01$). Στην Εικ. 1 παρατηρείται ότι τα αρσενικά άτομα υπερέχουν των θηλυκών στις μικρότερες κλάσεις μήκους, ενώ το αντίστροφο ισχύει στις μεγαλύτερες. Μέχρι την κλάση 111-120mm η αναλογία των αρσενικών ήταν μεγαλύτερη από των θηλυκών, ενώ πάνω από τα 121-130 mm, η αναλογία αντιστρεφόταν υπέρ των θηλυκών.

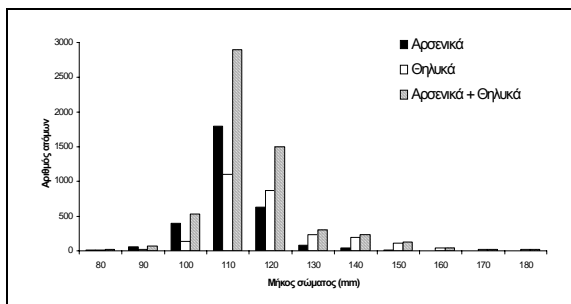


Εικόνα 1. Ποσοστό αρσενικών (λευκό) και θηλυκών (μαύρο) τσιρωνιών σε κάθε κλάση μήκους στη λίμνη Βόλβη.

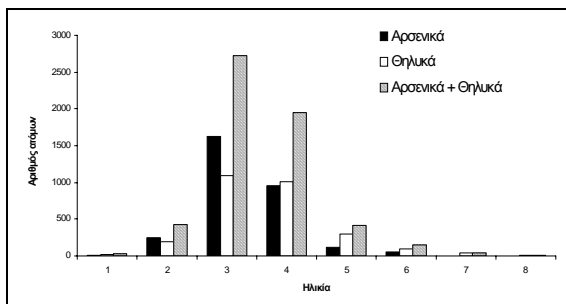


Εικόνα 2. Ποσοστό αρσενικών (μαύρο) και θηλυκών (λευκό) τσιρωνιών σε κάθε κλάση ηλικίας στη λίμνη Βόλβη.

Αντίστοιχα, η αναλογία φύλου με την ηλικία παρουσιάζεται στην Εικ. 2. Το τεστ ομοιομορφίας έδειξε ότι αυτή μεταβάλλεται μεταξύ των ηλικιών ($X^2 = 135,11$) και πιο ειδικά φαίνεται ότι στην ηλικία 2+ και 3+ επικρατούν τα αρσενικά άτομα, ενώ στην ηλικία 1+ και 4+, η αναλογία φύλου ήταν η ίδια (1:1) ($P < 0,05$). Στις ηλικιακές κλάσεις πάνω από 5+ κυριαρχούσαν τα θηλυκά άτομα.



Εικόνα 3. Κατά μήκος σύνθεση του πληθυσμού των τσιρωνιών στη λίμνη Βόλβη.



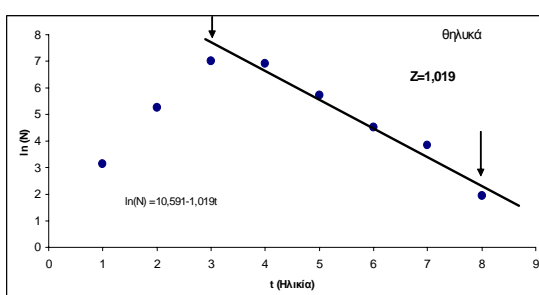
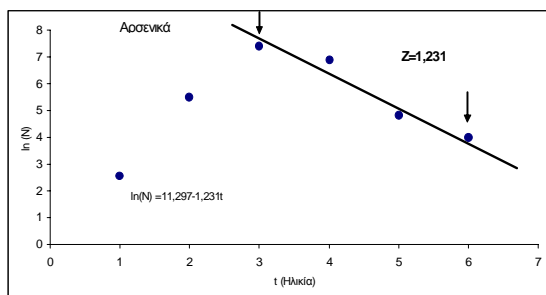
Εικόνα 4. Ηλικιακή σύνθεση του πληθυσμού των τσιρωνιών στη λίμνη Βόλβη.

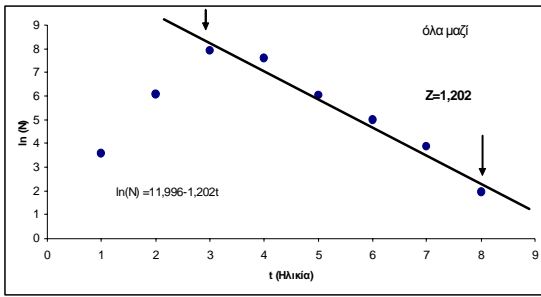
Από την εξέταση της σύνθεσης του πληθυσμού παρατηρείται μια σημαντική μείωση του αριθμού των ατόμων σε σχέση με το μήκος σώματος. Τα μήκη των τσιρωνιών που αλιεύθηκαν στη Βόλβη ήταν από 80mm μέχρι 189mm (Εικ. 3). Ξεχωρίζουν δύο μεγάλες κλάσεις μήκους στα 110mm και στα 120mm και στα δύο φύλα. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 94,76% του πληθυσμού βρίσκεται από 100mm μέχρι 140mm, ενώ μόνο το 3,63% από 150mm μέχρι 180mm και μόλις το 1,61% από 80mm μέχρι 90mm.

Η κατανομή των μηκών ανά κλάση ηλικίας έγινε σε 8 κλάσεις ηλικίας. Από τις ηλικίες αυτές η ηλικία 0+ δεν εμφανίστηκε στο δείγμα, ενώ οι ηλικίες 1+ και 2+ δεν αντιπροσωπεύονται ικανοποιητικά (Εικ. 4). Από την ηλικία 3+ ο αριθμός των ατόμων σε κάθε κλάση μειώνεται, φτάνοντας τελικά στην ηλικία 8+, η οποία εκπροσωπείται μόνο με ποσοστό 0,12%. Βέβαια, η μείωση του πληθυσμού γίνεται ομαλά χωρίς να έχουμε ηλικιακές εξάρσεις, λόγο μεγάλων κλάσεων ηλικίας, γεγονός βέβαια που βοηθάει στον υπολογισμό της θνησιμότητας.

Θνησιμότητα

Για τον υπολογισμό της θνησιμότητας με τη μέθοδο της "καμπύλης παραγωγής" χρησιμοποιήθηκαν οι ηλικίες 3-6 για τα αρσενικά, 3-8 για τα θηλυκά αλλά και για τα δύο φύλα μαζί. Μικρότερες ηλικίες της 3+ και μεγαλύτερες της 6+ για τα αρσενικά και 8+ για τα θηλυκά αλλά και για τα δύο φύλα μαζί δεν χρησιμοποιήθηκαν, γιατί θεωρήθηκε ότι δεν αντιπροσωπεύονταν ικανοποιητικά στο δείγμα. Οι τιμές ολικής θνησιμότητας (Εικ. 5) για τα αρσενικά ήταν $Z=1,231$ ($r^2= 0,9501$), για τα θηλυκά $Z=1,019$ ($r^2= 0,9531$) και για το σύνολο των δύο φύλων μαζί $Z= 1,202$ ($r^2= 0,973$).





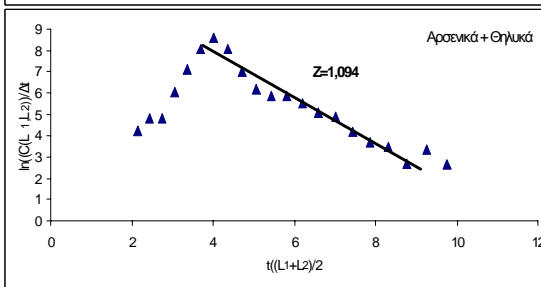
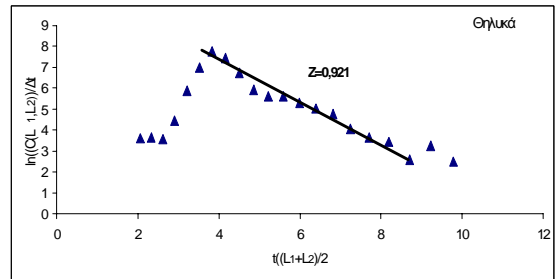
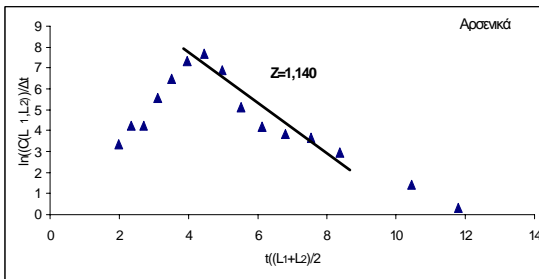
Εικόνα 5. Υπολογισμός της ολικής θνησιμότητας του τσιρώνιου στη λίμνη Βόλβη με τη μέθοδο της ‘καμπύλης παραγωγής’.

Για τον υπολογισμό της θνησιμότητας με την μέθοδο ‘Μετατροπής Μηκών σε Ηλικία’, χρησιμοποιήθηκαν τα άτομα με μήκος από 110 μέχρι 180mm. Οι μικρότερες και μεγαλύτερες κλάσεις αποκλείστηκαν, γιατί οι μεν πρώτες δεν αντιπροσωπεύονται επαρκώς στο δείγμα, οι δε μεγαλύτερες περιλάμβαναν σχετικά μικρό αριθμό ατόμων. Συνήθως τα άτομα των μεγαλύτερων κλάσεων μήκους έχουν μεγαλύτερο μέγεθος, γιατί έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης και όχι γιατί είναι μεγαλύτερα σε ηλικία (Sparre et al. 1989). Η θνησιμότητα με την μέθοδο αυτή (Εικ. 6), ήταν για τα αρσενικά $Z=1,140$ ($R^2=0,900$), για τα θηλυκά $Z=0,921$ ($R^2=0,959$) και για όλα μαζί $Z=1,094$ ($R^2=0,963$).

Στον υπολογισμό της φυσικής θνησιμότητας με την εξίσωση του Pauly:

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \cdot \log L_{\infty} + 0,6543 \cdot \log k + 0,4634 \cdot \log T,$$

χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές L_{∞} , και k που προσδιορίστηκαν για τα αρσενικά $L_{\infty}=18,56$ cm και $k=0,148$, για τα θηλυκά $L_{\infty}=27,72$ cm και $k=0,097$ και για τα δύο φύλα μαζί $L_{\infty}=32,45$ cm και $k=0,072$ αντίστοιχα (Κυρίτση 2008). Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία (T) χρησιμοποιήθηκε η μέση ετήσια επιφανειακή θερμοκρασία της λίμνης, η οποία μετρήθηκε από τον Νοέμβριο του 1997 μέχρι και τον Νοέμβριο 1998. Η μέση θερμοκρασία ήταν 16°C .



Εικόνα 6. Υπολογισμός της θνησιμότητας με τη μέθοδο μετατροπής των μηκών σώματος σε ηλικία.

Η φυσική θνησιμότητα που υπολογίστηκε για τα αρσενικά ήταν $M=0,451$, για τα θηλυκά $M=0,306$ και για τα αρσενικά και τα θηλυκά μαζί $M=0,241$.

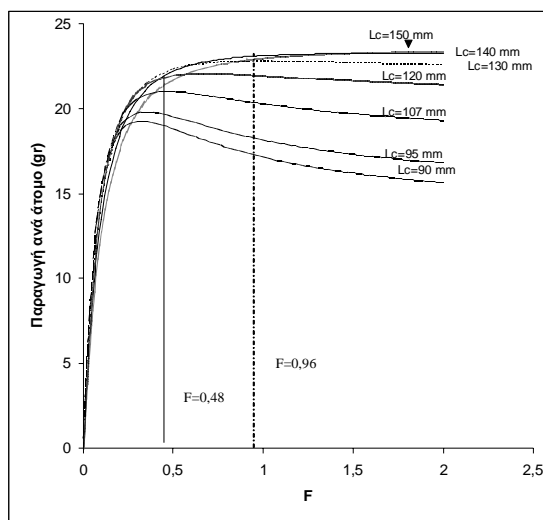
Παραγωγή νεοεισερχόμενων

Στις μελέτες αλιευτικής διαχείρισης και δυναμικής πληθυσμών το μοντέλο που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το μοντέλο της αλιευτικής παραγωγής των 'νεοεισερχόμενων', το οποίο ανέπτυξαν οι Beverton και Holt (1966). Με το μοντέλο αυτό μπορούμε να υπολογίσουμε την αλιευτική απόδοση του πληθυσμού σε βιομάζα για ένα πλήθος τυχαίων συνδυασμών του τρόπου αλιείας (L_c) καθώς και της αλιευτικής θνησιμότητας (F) που ασκείται στον πληθυσμό.

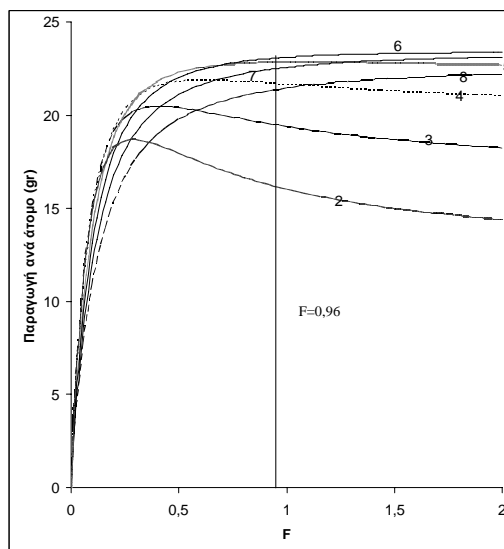
Τροποποιώντας το μοντέλο των Beverton και Holt 1966, σύμφωνα με τους Sparre et al. 1989, η απόδοση του πληθυσμού του τσιρωνιού με βάση τις υπάρχουσες συνθήκες αλιείας στη Βόλβη είναι 23,093 gr/άτομο, με $L_c=140$ mm και $t_c=5,5$ χρόνια (Εικ. 7, 8, 9). Η μέγιστη Y/R που μπορούμε να πάρουμε για το πληθυσμό της Βόλβης είναι 23,37 gr/άτομο με τις υπάρχουσες συνθήκες. Αυτό επιτυγχάνεται με αύξηση της αλιευτικής θνησιμότητας από $F=0,96$ σε $F=2$ (Εικ. 7). Δηλαδή θα πρέπει να αυξήσουμε την αλιευτική ένταση κατά 100% για να πετύχουμε μια αύξηση παραγωγής μόλις 1,2%.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

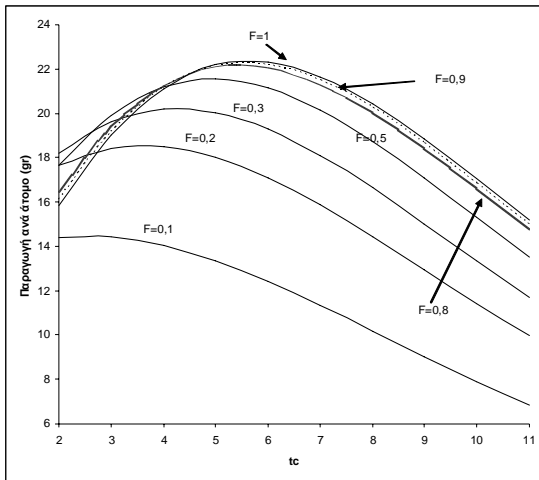
Το τσιρώνι αποτελεί ένα από τα πιο εμπορεύσιμα είδη της λίμνης Βόλβης. Η αλιεία του γίνεται κυρίως με απλάδια δίχτυα στα μικρότερα άτομα και με μανωμένα στα μεγαλύτερα. Η αναλογία των φύλων στον πληθυσμό έδειξε μια υπεροχή των αρσενικών στις μικρές κλάσεις μήκους και ηλικίας. Το γεγονός αυτό έχει παρατηρηθεί και σε άλλους πληθυσμούς σε άλλες περιοχές. Η γρήγορη ωρίμανση των αρσενικών σε μικρότερα μήκη καλύπτει την ανάγκη του πληθυσμού σε αρσενικό αναπαραγωγικό υλικό, ενώ η ύπαρξη περισσότερων μεγάλων θηλυκών ατόμων βελτιώνει τη συνολική παραγωγή αυγών.



Εικόνα 7.



Εικόνα 8.



Εικόνα 9.

Εικόνα 7. Παραγωγή των ‘νεοεισερχόμενων’ τσιρωνιών στο αλιευτικό απόθεμα, για μια σειρά από διαφορετικά μεγέθη εισόδου (L_c).

Εικόνα 8. Παραγωγή των ‘νεοεισερχόμενων’ τσιρωνιών στο αλιευτικό απόθεμα για μια σειρά από διαφορετικές ηλικίες εισόδου (t_c).

Εικόνα 9. Μεταβολή της παραγωγής των ‘νεοεισερχόμενων’ τσιρωνιών στο αλιευτικό απόθεμα, όταν η F είναι σταθερή και μεταβάλλεται η ηλικία εισόδου (t_c).

Σκοπός της αλιευτικής διαχείρισης ενός ιχθυοπληθυσμού είναι να πετύχουμε τη μέγιστη δυνατή απόδοση με τέτοιο τρόπο ώστε αυτή να μην έχει καταστρεπτικές συνέπειες στον πληθυσμό αλλά και η εφαρμογή της να είναι μέσα στα πλαίσια του δυνατού και μάλιστα με την μικρότερη δυνατή προσπάθεια (Gushing 1968). Η εφαρμογή του μοντέλου παραγωγής νεοεισερχόμενων (yield per recruit) που έγινε στη λίμνη Βόλβη, έδειξε τιμή 23,093 gr ανά άτομο, με βάση τις συνθήκες αλιείας που επικρατούν. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η αλιεία του τσιρωνιού στη Βόλβη γίνεται με αρκετά εύστοχο τρόπο, παίρνοντας την μέγιστη δυνατή παραγωγή στις υπάρχουσες συνθήκες. Φαίνεται όμως ότι θα μπορούσαμε να έχουμε καλύτερη αλιευτική διαχείριση, εφαρμόζοντας μικρότερη αλιευτική προσπάθεια και επομένως κάνοντας περισσότερη οικονομία (καύσιμα εργατοώρες κλπ), εφόσον προκύπτει από τα μοντέλα που υπολογίσαμε ότι αν μειώναμε την αλιευτική προσπάθεια στο 50% ($F=0,48$), θα είχαμε ως αποτέλεσμα μόνο 5% μείωση της αλιευτικής παραγωγής (Y/R) του είδους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Beverton R.J.H., S.J. Holt, (1966). Manual of methods for fish stock assessment, Part II - Tables of yield functions. *FAO Fisheries Technical Paper No: 38* (Rev. 1).
- Cowx I.G., (1990). The reproductive tactics of roach, *Rutilus rutilus* (L.) and dace *Leuciscus leuciscus* (L.) populations in the Rivers Exe and Culm, England. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 37: 193-208.
- Cushing H.D., (1968). Fisheries Biology. A study in population Dynamics. The University of Wisconsin Press.
- Goldspink C.R., (1979). The population density, growth rate and production of roach *Rutilus rutilus* (L.), The Netherlands. *J. Fish Biol.*, 15: 473-498.
- Hamley J.M., (1975). Review of gillnet selectivity. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: 1969 - 1983.
- Hartley P.H.T., (1947). The natural history of some British freshwater fishes. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 117, 129-206.
- Hellawell J.M., (1972). The growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.), of the River Lugg, *Herefordshire Journal of Fish Biology*, 4(4): 469-486.
- Jones, J. W., (1953). Scales of roach. Part I. Age and growth of the trout, grayling, perch and, roach of Llyn Tegid (Bala) and the roach from the River Birket Part II. *Fishery Invest.*, Lond. (1), 5(7): 1-18.
- Kokkinakis A.K., G.V. Economidis, (1998). Changes of the fishery production in Lake Volvi (Macedonia, Greece) and capabilities of the improvement its fishery and aquaculture productivity. *Proc. 1st Balkan Conf. with sub. "Aquaculture activity in Balkan countries. Perspectives of future collaboration and development"*. Thessaloniki, 18-21/9/1998.
- Linfield R.S.J., (1979). Age determination and year class structure in a stunted roach, *Rutilus rutilus* population. *J. Fish Biol.*, 14: 73-87.
- Mann R.H.K., (1973). Observations on the age, growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in southern England. *J. Fish Biol.*, 5: 707-736.
- Mann R.H.K., (1974). Observations on the age, growth, reproduction and food of the dace, *Leuciscus leuciscus* (L.) in two rivers in southern England. *J. Fish Biol.*, 6: 237-253.
- Masterman A.T., (1923). Report on the scale of certain freshwater fish in relation to age. *Fishery Invest.*, Lond. (I), 1, 3.
- Naddafi R., A. Abdoli, B.H. Kiabi, B.M. Amiri, M. Karami, (2005). Age, growth and reproduction of the Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) in the Anzali and Gomishan wetlands, *North Iran. J. Applied Ichthyology*, 21: 1-6.
- Pauly D., (1980). Beyond our original horizons: the tropicalization of Beverton and Holt. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 8: 307-334.
- Regier H.A., D.S. Robson, (1966). Selectivity of gill nets, especially to Lake Whitefish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 23: 423-454.
- Sparre I.J., E. Ursin, S.C. Venema, (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*, Part 1: 306- 337pp.
- Tarkan A.S., (2006). Reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. *Ecology of Freshwater Fish*, 15(2): 131-138.
- Wallin O., (1957). On the growth structure and developmental physiology of the scales of fishes. - *Inst. Freshw. Res. Drottningholm. Rept. No. 38*.
- Williams W.P., (1967). The growth and mortality of four species of fish in the river Thames at Reading. *The Journal of Animal Ecology*, 36(3): 695-720.
- Γάτσιου Γ.Α., Α.Κ. Κοκκινάκης, Χ.Δ. Μαραβέλιας, Χ.Ν. Νεοφύτου, (2003). Επιλεκτικότητα απλαδιών διχτύων ως προς το είδος *Rutilus rutilus* στη λίμνη Βόλβη. *Πρακτ. 11^ο Πανελ. Συν. Ιχθυολ.*, Πρέβεζα, 10-13/4/03, 277-282.
- Κοκκινάκης Α.Κ., Α.Ι. Σίνης, Ν. Κιάρης, (2000). Μελέτη ιχθυοπανίδας και καθορισμού κλειστών περιοχών/οριοθέτησης αλιευτικών ζωνών και αντιμετώπισης της παρεμπόδισης της αμφίδρομης κίνησης των ψαριών στις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη και των χειμάρρων αυτών. Τελική έκθεση προγράμματος, Θεσ/νίκη, 227 σ.
- Κυρίτση Σ., (2008). Η οικολογία του τσιρώνιού (*Rutilus rutilus* (L.)) στη λίμνη Βόλβη. *Διδακτορική Διατριβή, Σχ. Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.*, 173 σ.
- Papageorgiou N.K., (1979). The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* (L) in Lake Volvi. *J. Fish Biol.*, 14: 529 - 538.

Session 4

4^η Θεματική Ενότητα

New technologies and New Candidate species for Aquaculture

Νέες Τεχνολογίες και Νέα Υποψήφια για Εκτροφή Είδη

Chairpersons: Dr A. Exadactylos

Προεδρείο: Δρ. Α. Εξαδάκτυλος

Invited Speaker: Dr. Amos Tandler

Προσκεκλημένος Ομιλητής: Dr. Amos Tandler

ORAL FISH VACCINATION IS IT A FEASIBLE ALTERNATIVE TO CLASSICAL INJECTION BASED METHODOLOGY?

Amos Tandler

National Center for Mariculture Oceanographic and Limnological Research, Israel

THE CONCEPT OF VACCINATION

Vaccination is a preventive measure that protects fish against a future disease and the associated costs due to morbidity, mortality and therapeutic treatment. Vaccines are various preparations of antigens derived from specific pathogenic organisms that are rendered non-pathogenic. They stimulate the immune system and increase the resistance to disease from subsequent infection by the specific pathogen. Understanding the basic mechanisms of innate immunity is critical, however, for development of efficacious vaccines and adjuvants for use against economically important pathogens, vaccine confers adaptive immunity against specific pathogens. The innate system is the earliest immune mechanism and it is characterised by being non-specific and therefore not depending upon previous recognition of the surface structures of the invader. It has also the advantage of being inducible by external molecules but at the same time is constitutive and reacts within a very short time scale. The adaptive immune response is antigen-specific and requires the recognition of specific “non-self” antigens.

PRESENT VACCINATION METHODOLOGIES

Injection

Fish require to be sedated or anaesthetised in order to be easily and safely handled to be injected, whether by automatic vaccinating machine or by hand. Adaptation of the automated vaccination (originally developed for salmon) for seabream and seabass is problematic as they are scallier fish with less skin mucus. Also, they are more vulnerable than salmon to handling stress and injury, injection vaccination of sea bass remains a labour intensive operation with a serious cost element.

Immersion

In this case, vaccine is diluted according to specific instructions using some of the water in which the fish are kept, and the fish are immersed in batches in the diluted vaccine for the recommended time.

Oral

The method of oral administration can vary according to the vaccine. The three methods are top-dressing the finished feed with the vaccine powder using an adhesive agent such as edible oil or even gelatine, spray-dressing the finished feed if the vaccine is in liquid form, or incorporating the vaccine into the feed during the feed manufacturing process. Orally administered vaccines do not vary in their structure (DNA vaccines, recombinant and attenuated or dead pathogenic agents) but by their mode of protection. Oral vaccination has been used to prevent such diseases as vibriosis, enteric redmouth

and furunculosis in fish. The disadvantage of oral delivery is that large quantities of the vaccine are required to elicit an immune response in the fish, it works only for fish fed an artificial diet, and the immune response is not as strong compared to injection or immersion, although this is probably due to the quantity of vaccine absorbed into the blood stream of the fish (Horne& Ellis, 1988). It is likely that the vaccine is degraded or deactivated in the digestive system of the fish (Dunn *et al.*, 1990).

PRESENT EVIDENCE FOR ORAL VACCINATION

Oral vaccination can be accomplished in young stages. Present technology offers passive vaccine protection against the hostile gut environment but it does not deal with the gut itself and as a result is not effective.

The classical approach for oral vaccination is the use of inert particles for protection from gut pH and enzymatic lysis. Protection of the vaccine achieved by entrapping it within semi-permeable biocompatible microcapsules. In microencapsulation, a membrane is formed around a core. The semi-permeable membrane is designed to allow certain materials to diffuse through while stopping others (Fig. 1). This technique has been developed as a simple, quick, and inexpensive method for oral delivery. Capsules may be dried and mixed with feed for ease of administration, particularly to young fish which are susceptible to high mortality from both the disease and harsher vaccination procedures (Polk *et al.*, 1994).

The novel oral approach is the use of living particles (zooplankton) as a means for protection against gut pH and enzymatic degradation (Lin *et al.*, 2007). Bio-encapsulation of bacteria using live *Artemia* (Joosten *et al.*, 1995; Gomez-Gil *et al.*, 1998) appears to be promising. The advantage of this oral vaccination method is that the antigen is contained in a natural starter feed (*Artemia*) for fish larvae, ensuring the uptake of antigen, providing effective immunity.

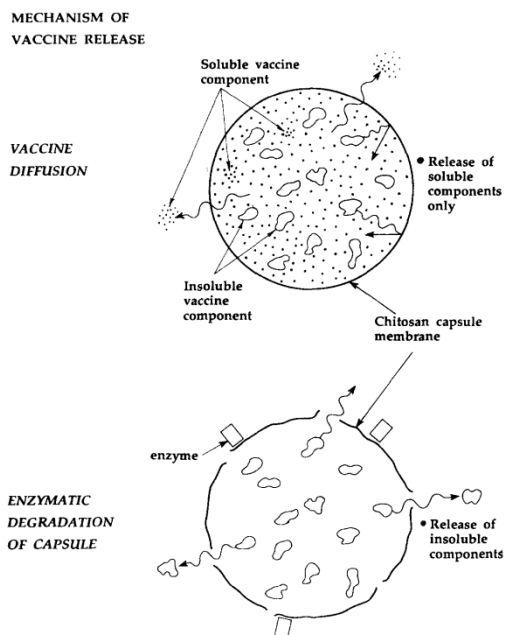


Figure 1. Ideal in-vivo controlled release mechanisms of bioactive agents from microcapsules

DIGESTIVE TRACT PHYSIOLOGY AND ORAL VACCINATION

Better understanding of gut functionality and its modulation can help improve the transfer of macromolecules from the gut lumen into circulation. The concept of oral immunization as it was developed by use in Israel is represented in Figure 2. Recent experimentation in orally transferring macromolecules (ACTH, hCG, sb GH) demonstrated that the following factors positively affect the transfer:

1. Modulation of gut motility (Domperidone, which is an antidopaminergic drug) (Tandler et al unpublished).
2. Gut integrity modulation (emulsifier such as DOC) (Ben Atia *et al.* 1999).
3. Stimulation of a gut endocrine cascade using specific FAA (Koven *et al.* 2002).
4. Sticky liposomes to extend the interaction between the macromolecule and the gut epithel (Koven et al unpublished).

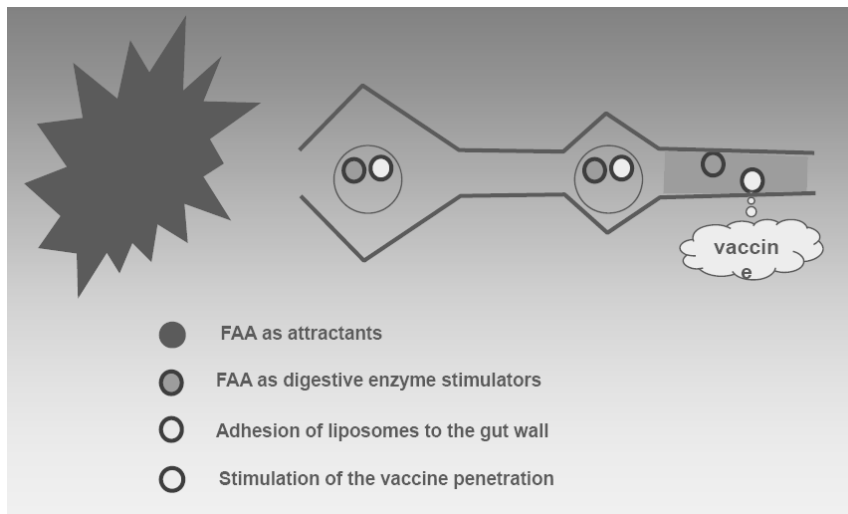


Figure 2. The concept of oral immunization

CONCLUSION

According to our research, hCG is a 30kD molecule and its gut penetrability based on the above methodology has been proven. If a vaccine of this size can be found an oral approach can be implemented. In conclusion, oral vaccination can be a viable alternative while recombinant vaccines with lower molecular size are a preferable alternative. It's efficacy can be improved by engaging gut physiology understanding in combination with vaccine protection.

REFERENCES

- Ben-Atia I., Fine M., Tandler A., Funkenstein B., Maurice S., Cavari B. and Gertler A. (1999). Preparation of recombinant gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth hormone and its use for stimulation of larvae growth by oral administration. *Gen. Comp. Endocrinol.* 113: 155–164.
- Dunn, E. J., Polk, A. E., Scarrett, D. J., Olivier, G., Lall, S. & Goosen, M. E A. (1990). Vaccines in aquaculture: the search for an efficient delivery system. *Aquacultural Engng*, 9, 23-32.
- Gomez-Gil B., Herrera-Vega M.A., Abreu-Grobois F.A., Roque A. (1998). Bioencapsulation of two different vibrio species in nauplii of the brine shrimp (*Artemia franciscana*). *Appl. Environ. Microbiol.* 64, 2318–2322.
- Horne M.T., Ellis A.E. (1998). Strategies of fish vaccination. In: Ellis, A.E. (Ed.), *Fish Vaccination*. Academic Press, London, pp. 55–66.
- Joosten P.H.M., Aviles-Trigueros M., Sorgeloos P., 1995. Oral vaccination of juvenile carp (*Cyprinus carpio*) and gilthead seabream (*Sparus aurata*) with bioencapsulated *Vibrio anguillarum* bacterin. *Fish Shellfish Immunol.* 5, 289–299.
- Koven W., Rojas-Garcia C.R., Finn R.N., Tandler A., Rønnestad I. (2002). Stimulatory effect of ingested protein and/or free amino acids on the secretion of the gastro-endocrine hormone cholecystokinin and on tryptic activity, in early-feeding herring larvae, *Clupea harengus*. *Mar. Biol.* 140, 1241–1247.
- Lin C., Lin J. H.Y. , Chen M.S., Yang H.L. (2007). An oral nervous necrosis virus vaccine that induces protective immunity in larvae of grouper (*Epinephelus coioides*). *Aquaculture*, 268, 265-273.
- Polk A. E., Amsden B., Scarratt D. J., Gonzal A., Okhamafe A.O., Goosen M. F. A. (1994). Oral Delivery in Aquaculture: Controlled Release of Proteins From Chitosan-Aiginate Microcapsules. *Aquaculture Engineering*, 13, 311-323.

EFFECTS OF SUPPLEMENTAL LYSINE AND METHIONINE IN BROILER DIETS ON WEIGHT GAIN OF JUVENILE CARP (*CYPRINUS CARPIO*).

N. Tekelioglu¹, A. Ozluer Hunt², Z. Ercen¹, M. Havuccu¹, M. Yanar

¹Cukurova Univ. Faculty of Fisheries 01330 Balcalı-Adana-TURKEY

²Mersin Univ. Faculty of Fisheries Yenisehir Campus, 33169 Mersin-TURKEY

A 75-day growth study was carried out to determine the effects of some feeding stimulants on juvenile carp (*Cyprinus carpio*). Lysine (L) and methionine (M) were added to a normal broiler feed as feeding stimulants in different ratios (0.5L- 2M %, 1L- 3M %, 1.5L- 4M %, and none as Control). The commercial broiler feed contained 20% crude protein. The experiment, which included 120 juvenile individuals at total, was conducted in triplicate. The fish were initially weighed one by one (6.92 ± 0.11 g), and then put into 12 cages (50x50x50 cm) of two fiberglass tanks (210x110x60 cm) and fed three times a day (at 08:00, 13:00 and 18:00 h) with the diets weighing 3% of the mean body weight. The individuals were weighed every 15 days and the amounts of the feed were rearranged according to these weighing results. Oxygen, pH and temperature were measured daily. Live weight gain (%), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR) and feed intake (FI) were calculated at end of the experiment. Better SGR and FCR were observed with 0.5L- 2M % inclusion level ($P<0.05$).

Keywords: carp, feeding stimulant, growth

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΟΣΠΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΠΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΤΣΙΠΟΥΡΑ

Νικολοπούλου Δ.¹, Φουντουλάκη, Ε.¹, Μούτου Κ.Α.², Αλέξη Μ.Ν.¹

¹ Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, Αγ. Κοσμάς, 16610, Αθήνα, demetran@ath.hcmr.gr

² Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πλούτωνος 26, Λάρισα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα όσπρια θεωρούνται πολλά υποσχόμενα ως συστατικά ιχθυοτροφών, αντικαθιστώντας το σογιάλευρο και το άλευρο σίτου καθώς περιέχουν σημαντικά ποσοστά πρωτεϊνών και υδατανθράκων. Επιπλέον, καλλιεργούνται στη χώρα μας και αποτελούν συμφέρουσα λύση στην ανάγκη για τη διατήρηση του ταχέως αναπτυσσόμενου τομέα των υδατοκαλλιεργειών. Η εφαρμογή διαφόρων τύπων επεξεργασίας στα σπέρματα επιβλέπει στη μείωση των αντιθρεπτικών συστατικών που περιέχουν βελτιώνοντας την αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών από τους ιχθύες.

Στην παρούσα μελέτη, προσδιορίστηκε η επίδραση της αποφλοιώσης ή/και της εξώθησης, καθώς και στην πεπτικότητα τους από τσιπούρες μέσου βάρους 200g και προσδιορισμό των σχετικών δεικτών πεπτικότητας πρωτεϊνών, λιπών και αμύλου. Το ποσοστό ενσωμάτωσης των οσπρίων στα σιτηρέσια ήταν μεταξύ 32-37%. Η αποφλοιώση αύξησε τη σύσταση του κτηνοτροφικού ρεβιθιού, εξωθημένου και μη, σε άμυλο και φυτικό οξύ ενώ μείωσε τους ολικούς μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες (ΜΑΠ). Η εξώθηση μετέβαλλε σε μικρό ποσοστό τους περιεχόμενους υδατανθράκες (άμυλο, σουκρόζη, ολιγοσακχαρίτες και μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες). Η πεπτικότητα των πρωτεϊνών δεν επηρεάστηκε από την εξώθηση των ολόκληρων οσπρίων και ήταν υψηλή για όλα τα σιτηρέσια. Η αποφλοιώση του ρεβιθιού μείωσε σημαντικά την πεπτικότητα των πρωτεϊνών, η οποία αυξήθηκε σημαντικά με την εξώθηση. Η πεπτικότητα των λιπών μειώθηκε σημαντικά με την αποφλοιώση ενώ αυξήθηκε σημαντικά μετά από εξώθηση στα σιτηρέσια που περιείχαν μπιζέλι και αποφλοιωμένο ρεβύθι. Στα σιτηρέσια που περιείχαν τα ακατέργαστα όσπρια παρατηρήθηκε η χαμηλότερη πεπτικότητα αμύλου, η οποία αυξήθηκε σημαντικά με την εξώθηση.

EFFECTS OF DIFFERENT PROCESSING METHODS IN LEGUME COMPOSITION AND NUTRIENT DIGESTIBILITY IN GILT HEAD SEA-BREAM

Nikolopoulou D¹, A., Fountoulaki¹, E.A. Moutou², and M. Alexi.¹

Hellenic Centre for marine Research. Ag. Kosmas Hellinikon 16610 Athens demetran@ath.hcmr.gr

Dept of Biochemistry and Biotechnology University of Thessaly Ploutona 26 Larissa

ABSTRACT

Grain legumes have a high potential to be used as fish feed ingredients replacing soybean meal and wheat flour as they contain appreciable amounts of protein and carbohydrates. They are cultivated in Greece and consist an alternative to the production of cost-effective aqua feeds for the sustainability of aquaculture industry. The different processing methods applied in legumes aim in the reduction of the antinutritional components they contain in order to improve nutrient utilisation by the fish.

The effect of dehulling and/or extrusion in the nutrient and antinutrient composition of legumes was studied. Furthermore, their digestibility by sea bream of mean weight 200g was evaluated and the apparent digestibility coefficients of protein, fat and starch were determined. The inclusion of legumes in the feed was between 32-37%. Dehulling resulted in an increase of starch and phytic acid content in raw and extruded chickpea, while it reduced total non-starch polysaccharides (NSP). Extrusion slightly altered the carbohydrate content (starch, sucrose, oligosaccharides, non-starch polysaccharides). Digestibility of protein was not affected by extrusion of whole legumes and values were high for all diets. Dehulling of chickpea significantly reduced protein and fat digestibility. Extrusion significantly increased protein and fat

digestibility of dehulled chickpea as well as fat digestibility of the diet that contained peas. Diets containing raw legumes exhibited low starch digestibility, which was significantly increased after extrusion.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση φυτικών πρώτων υλών ως συστατικά ιχθυοτροφών περιορίζεται λόγω της παρουσίας αντιθρεπτικών παραγόντων, οι οποίοι έχουν θεωρηθεί ότι επηρεάζουν την πεπτική λειτουργία και απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών στο έντερο των ιχθύων (Francis et al., 2001). Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες τεχνικές βελτίωσης της θρεπτικής αξίας των οσπρίων με την απομάκρυνση ή απενεργοποίηση των αντιθρεπτικών αυτών συστατικών, όπως η υγρή θερμική κατεργασία (cooking), η ξηρή θερμική κατεργασία (roasting), η αποφλοιώση και η εξώθηση (Alonso et al., 1998, Costa et al., 2006). Με την αποφλοιώση επιδιώκεται η απομάκρυνση ενός ποσοστού των αντιθρεπτικών παραγόντων που βρίσκονται στον φλοιό των οσπρίων, όπως οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες (ΜΑΠ) και οι ταννίνες. Οι ιχθύες δεν έχουν τα ένζυμα για τη διάσπαση των υδατανθράκων αυτών και δεν είναι γνωστό αν διασπώνται από τη μικροβιακή χλωρίδα. Με την εξώθηση επιδιώκεται η καταστροφή ή απενεργοποίηση των θερμοευαίσθητων αντιθρεπτικών παραγόντων, όπως είναι ο αναστολέας της θρυψίνης και οι λεκτίνες (Αλέξη & Νέγκας, 2001).

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν σε πρώτη φάση, η μελέτη της επίδρασης δύο τύπων επεξεργασίας, της εξώθησης και της αποφλοιώσης, στη σύσταση των θρεπτικών και αντιθρεπτικών συστατικών του μπιζελιού και του ρεβιθιού. Σε δεύτερη φάση αξιολογήθηκε η επίδραση των επεξεργασμένων σπερμάτων ψυχανθών, ως συστατικά ιχθυοτροφών, στην πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών στην τσιπούρα.

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Επεξεργασία φυτικών πρώτων υλών

Τα σπέρματα του ρεβιθιού και μπιζελιού παραλήφθηκαν από το Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Λάρισα). Η αποφλοιώση πραγματοποιήθηκε σε τοπική επιχείρηση τυποποίησης σπερμάτων ψυχανθών (Βιομηχανία ΣΕΦ, Χαλιβέρας Α.Ε., Τύρναβος, Λάρισα). Ποσότητα της παρτίδας των ολόκληρων σπερμάτων του μπιζελιού και ρεβιθιού, των αποφλοιωμένων ρεβιθιών καθώς και το σογιάλευρο και το άλευρο σίτου επεξεργάστηκαν με εξώθηση. Η εξώθηση έγινε σε πειραματικό εξωθητή της Σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής (Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Αθηνών) με τη συνεργασία της Σχολής Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων (ΕΜΠ). Μετά την επεξεργασία όλα τα υλικά ξηράθηκαν.

Πειραματικός σχεδιασμός – Συλλογή Περιττωμάτων

Τα πειράματα προσδιορισμού της πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών διεξήχθησαν στις πειραματικές εγκαταστάσεις του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Πρόκειται για μια πειραματική διάταξη κυλινδροκωνικών δεξαμενών, συνολικού όγκου 120 λίτρων, η κάθε μία με ειδικές εφαρμογές (παγίδες) στο κάτω μέρος τους, για τη συλλογή των περιττωμάτων των ψαριών. Αμέσως μετά τη συλλογή τους, τα περιττώματα φυγοκεντρούνταν για την απομάκρυνση της περίσσειας του θαλασσινού νερού στις 2300rpm για 5min. Στη συνέχεια διατηρούνταν στους -20°C μέχρι τη λυοφιλίωση τους.

Άτομα τσιπούρας μέσου βάρους 200g μοιράστηκαν τυχαία σε οκτώ (8) κυλινδροκωνικές δεξαμενές, σε ομάδες των 11 ψαριών. Παρασκευάστηκαν οκτώ (8) πειραματικά

σιτηρέσια και σε πρώτη φάση τα ψάρια ταΐζονταν ένα σιτηρέσιο ανά δεξαμενή. Οι ομάδες εγκλιματίστηκαν με τα υπό εξέταση σιτηρέσια για διάστημα επτά ημερών. Όλα τα σιτηρέσια προσφέρθηκαν σε ποσοστό 1,5% του σωματικού βάρους και χορηγούνταν με το χέρι σε δύο γεύματα την ημέρα. Η θερμοκρασία του νερού ήταν $27^{\circ}\text{C}\pm 1$. Η παροχή νερού ήταν συνεχής (4 L/min) και η φωτοπερίοδος ήταν 10 ώρες ημέρα, 14 ώρες νύχτα. Μετά το πέρας του εγκλιματισμού ξεκίνησε η συλλογή των περιττωμάτων για χρονικό διάστημα επτά ημερών.

Προκειμένου το πείραμα να πραγματοποιηθεί εις διπλούν μετά το τέλος της πρώτης φάσης πραγματοποιήθηκε ανακατανομή των σιτηρεσίων σε διαφορετικές δεξαμενές. Τα ψάρια στη συνέχεια εγκλιματίστηκαν στα νέα σιτηρέσια για διάστημα επτά ημερών και η συλλογή των περιττωμάτων έγινε όπως περιγράφηκε στην πρώτη φάση.

Σιτηρέσια

Η σύνθεση και η σύσταση των οκτώ πειραματικών σιτηρεσίων δίνονται στον Πίνακα 1. Τα σιτηρέσια σχεδιάστηκαν ώστε να είναι ισοπρωτεϊνικά και ισοενεργειακά. Χρησιμοποιήθηκαν δύο σιτηρέσια μάρτυρες. Το ένα σιτηρέσιο (CB) περιείχε μόνο ιχθυάλευρο ως πηγή πρωτεϊνών και αλεύρι σίτου ως πηγή υδατανθράκων. Στο δεύτερο σιτηρέσιο μάρτυρα (CA) μέρος του ιχθυάλευρου και του σίτου υποκαταστάθηκε από 20% σογιάλευρο εξωθημένο. Τα υπόλοιπα έξι σιτηρέσια περιείχαν τα όσπρια επεξεργασμένα ή μη, που υποκαθιστούσαν μερικώς το ιχθυάλευρο και πλήρως το αλεύρι σίτου. Σε όλα τα σιτηρέσια προστέθηκαν, ιχθυέλαιο και μονοφωσφορικό ασβέστιο (MCP). Επίσης, προστέθηκε εμπορικό μείγμα βιταμινών και ιχνοστοιχείων (Biomar, Hellenic) Τέλος, προστέθηκε και ο δείκτης οξειδίου του χρωμίου σε ποσοστό 1%. Τα σιτηρέσια παρασκευάστηκαν στις εγκαταστάσεις του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.

Οι αναλύσεις περιελάμβαναν τον προσδιορισμό της ολικής σύστασης και του φυτικού οξέος κατά AOAC (1998). Οι ολιγοσακχαρίτες (ΟΣ) προσδιορίστηκαν σύμφωνα με το εμπορικό προϊόν Megazyme Raffinose/D-Glucose Assay Kit (Megazyme International, Ireland) και το άμυλο σύμφωνα με Megazyme Total Starch Assay kit (AA/AMG) (Megazyme International, Ireland). Οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες (ΜΑΠ) προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των Englyst, Quinley & Hudson (1994) και οι ταννίνες σύμφωνα με τη μέθοδο των Budini et al. (1980) και Grahsm (1992). Το οξύδι του χρωμίου και το λίπος στα σιτηρέσια και στο περιττώματα προσδιορίστηκε σύμφωνα με Bolin et al., 1952 και Nengas et al., 1995, αντίστοιχα. Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε η ανάλυση διακύμανσης των τιμών (ANOVA). Οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας 95% ($P<0,05$).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η σύσταση των ακατέργαστων σπερμάτων του μπιζελιού και ρεβιθιού σε θρεπτικούς και αντιθρεπτικούς παράγοντες (Πίνακας 2) κυμάνθηκε στο εύρος των τιμών που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Rehman & Shah, 2005, Wang & Daun, 2004). Η αποφλοιώση δεν αύξησε την πρωτεϊνική σύσταση του ρεβιθιού (σε σχέση με το ολόκληρο ρεβίθι). Το γεγονός αυτό αποδόθηκε σε απομάκρυνση και τμήματος της εξωτερικής στοιβάδας του σπόρου αφαιρώντας και ποσοστό των πρωτεϊνών που περιέχονται σε αυτό (Klameczynzka et al., 2001). Η εξώθηση δεν επηρέασε το ποσοστό της πρωτεΐνης. Το ποσοστό του λίπους, της σακχαρόζης και των ΟΣ δεν επηρεάστηκε από την αποφλοιώση και την εξώθηση. Η αποφλοιώση ήταν αναμενόμενο να οδηγήσει

σε μείωση του ποσοστού των ΜΑΠ, καθώς αυτοί περιέχονται κυρίως στο εξωτερικό περίβλημα των σπερμάτων. Επιπλέον, αυξήθηκε το ποσοστό του αμύλου, καθώς βρίσκεται στις κοτυληδόνες των οσπρίων. Η μικρή τάση αύξησης του αμύλου και μείωσης των ΜΑΠ στο αποφλοιωμένο ρεβίθι μετά από εξώθηση αποδίδεται στην ευκολότερη διάσπαση των κόκκων του αμύλου από την αμυλάση που χρησιμοποιείται στην μέθοδο προσδιορισμού του μετά από την κατεργασία του με εξώθηση. Η εξώθηση και η αποφλοίωση δεν επηρέασε το ποσοστό των ταννινών στα δύο είδη κτηνοτροφικών οσπρίων, διότι οι συγκεκριμένες ποικιλίες της παρούσας μελέτης ήταν ποικιλίες ήδη χαμηλής περιεκτικότητας σε ταννίνες. Η αποφλοίωση αύξησε την περιεκτικότητά του φυτικού στην παρούσα εργασία κατά 30% δείχνοντας αυξημένη παρουσία του στις κοτυληδόνες του σπέρματος, ενώ δεν επηρεάστηκε από την εξώθηση.

Πίνακας 1. Σύνθεση και ποσοστιαία σύσταση (%) των πειραματικών σιτηρεσίων σε άτομα τσιπούρας.

*ανά κιλό σιτηρεσίου:Βιταμίνη Α: 12330 IU , βιταμίνη D3: 900 IU, βιταμίνη K3: 18mg, βιταμίνη B1:

	CA	CB	ChP	ChPx	ChPD	ChPDx	P	Px
Ιχθυάλευρο	48,2	60,5	50,7	51,7	52,7	52,4	53,5	54,5
Σογιάλευρο εξωθ	20							
Άλευρο σίτου εξωθ	18,28	27,08						
MCP	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Ιχθυέλαιο	11,19	10,2	9,5	9,9	9,3	9,8	10,6	10,7
Βιταμίνες/ Ιχνοστοιχεία	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Ρεβίθι / Ρεβίθι εξωθ			37,48	36,08				
Ρεβίθι αποφ/ Ρεβ. αποφ.εξωθ.					35,68	35,48		
Μπιζέλι / Μπιζέλι εξωθ							33,58	32,48
Cr ₂ O ₃	1	1	1	1	1	1	1	1

Ολική σύσταση επί ξηρού (%)

Ξηρό υλικό	92,46	92,05	90,03	91,74	90,23	92,54	91,39	92,57
Πρωτεΐνη	48,92	48,20	48,09	48,21	49,16	48,77	48,21	48,20
Λίπος	16,96	15,73	17,27	16,76	16,41	16,86	16,25	15,64
Άμυλο	14,71	20,80	15,80	16,00	16,36	16,72	16,53	16,64
Τέφρα	10,80	10,97	10,37	10,64	10,72	10,76	10,76	10,74
Ολικοί ΜΑΠ**	6,50	4,43	5,12	4,00	4,11	4,00	5,40	5,30

36mg, βιταμίνη B2: 40,5mg,

βιταμίνη B3: 117mg, βιταμίνη B5: 64,8mg, βιταμίνη B6: 22,5mg, βιταμίνη B8: 0,9mg, βιταμίνη B12: 0,054mg, φυλλικό οξύ: 6,3mg.

βιταμίνη C 600mg, βιταμίνη E 50mg

Ιχνοστοιχεία: Κοβάλτιο: 0,8mg, Χαλκός: 3,2mg, Ιώδιο: 2,18mg, Μαγγάνιο: 99,2mg, Σελήνιο: 0,29mg, Ψευδάργυρος :128mg.

Εκτός αυτών προστέθηκε, χολίνη 3000mg, ινοσιτόλη 500mg και FeSO₄ 100mg. **ΜΑΠ: μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες

Πίνακας 2: Ποσοστιαία σύσταση (%) των οσπρίων, επεξεργασμένων και μη.

	Σόγια (ΕΞ)	Ρεβίθι (Ο)	Ρεβίθι (Α)	Ρεβίθι (ΟΕΞ)	Ρεβίθι (ΑΕΞ)	Μπιζέλι (Ο)	Μπιζέλι (ΟΕΞ)
Τέφρα	6,85 ± 0,02 ^ε	2,95 ± 0,02 ^γ	2,67 ± 0,01 ^{αβ}	3,29 ± 0,00 ^δ	2,82 ± 0,03 ^{βγ}	2,64 ± 0,01 ^α	2,73 ± 0,02 ^{αβ}
Πρωτεΐνη	51,44 ± 0,03 ^δ	28,33 ± 0,15 ^γ	27,36 ± 0,07 ^{βγ}	28,17 ± 0,75 ^γ	26,79 ± 0,31 ^{αβγ}	25,59 ± 0,03 ^{αβ}	24,95 ± 0,82 ^α
Λίπος	4,90 ± 0,2 ^{γδ}	4,87 ± 0,11 ^γ	5,17 ± 0,10 ^{γδ}	4,82 ± 0,09 ^γ	5,35 ± 0,08 ^δ	1,20 ± 0,01 ^α	1,78 ± 0,04 ^β
Αμυλο	1,12 ± 0,03 ^α	38,50 ± 0,23 ^β	46,44 ± 0,18 ^γ	38,37 ± 0,25 ^β	47,69 ± 0,20 ^{γδ}	48,30 ± 0,36 ^δ	47,44 ± 0,32 ^{γδ}
Σουκρόζη	5,58 ± 0,06 ^δ	1,96 ± 0,02 ^γ	1,77 ± 0,10 ^γ	1,19 ± 0,05 ^β	1,77 ± 0,04 ^γ	1,20 ± 0,02 ^β	0,80 ± 0,02 ^α
ΟΣ	6,81 ± 0,12 ^δ	3,39 ± 0,05 ^α	3,46 ± 0,07 ^α	5,15 ± 0,04 ^γ	4,41 ± 0,06 ^β	6,75 ± 0,11 ^δ	5,47 ± 0,09 ^γ
ΜΑΠ	17,89 ± 0,35 ^ε	13,43 ± 0,22 ^δ	10,42 ± 0,02 ^β	13,43 ± 0,27 ^δ	8,86 ± 0,05 ^α	12,40 ± 0,22 ^γ	14,40 ± 0,16 ^δ
Ταννίνες	0,77 ± 0,03 ^γ	0,27 ± 0,01 ^α	0,28 ± 0,01 ^α	0,28 ± 0,00 ^α	0,32 ± 0,02 ^α	0,62 ± 0,02 ^β	0,59 ± 0,00 ^β
Φυτικό οξύ	2,01 ± 0,01 ^γ	0,92 ± 0,01 ^α	1,21 ± 0,01 ^β	0,91 ± 0,02 ^α	1,21 ± 0,01 ^β	1,22 ± 0,01 ^β	1,20 ± 0,00 ^β

ΕΞ: Εξωθημένο, (Ο): ολόκληρο (Α): αποφλοιωμένο

Οι εκθέτες αναφέρονται σε στατιστικές διαφορές στην ίδια γραμμή.

Οι σχετικοί δείκτες πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών για όλα τα πειραματικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Η τιμή πεπτικότητας του αμύλου του σιτηρεσίου ChPD δεν εμφανίζεται στον πίνακα λόγω απώλειας του δείγματος των περιττωμάτων.

Πίνακας 3: (%) Σχετικοί δείκτες πεπτικότητας θρεπτικών συστατικών* (Σ.Δ.Π.)_{ΘΡ} των πειραματικών σιτηρεσίων σε άτομα τσιπούρας (200g). Οι τιμές παρουσιάζονται μαζί με την τυπική απόκλιση (±TA) από το μέσο όρο.

Σιτηρέσια	Πρωτεΐνες	Λίπη	Άμυλο
CA	92,3 ± 0,5 ^{γδ}	96,0 ± 0,6 ^{δε}	99,6 ± 0,1 ^β
CB	95,1 ± 0,1 ^δ	97,2 ± 0,2 ^ε	99,7 ± 0,1 ^β
ChP	88,0 ± 0,3 ^{βγ}	89,1 ± 1,4 ^β	44,5 ± 1,8 ^α
ChPD	74,4 ± 3,8 ^α	82,9 ± 2,0 ^α	-
P	86,4 ± 1,9 ^β	89,8 ± 0,3 ^β	38,4 ± 7,8 ^α
ChPx	88,3 ± 2,7 ^{βγ}	91,8 ± 0,6 ^{βγ}	93,6 ± 3,2 ^β
ChPDx	90,5 ± 0,1 ^{βγ}	95,3 ± 1,9 ^ε	97,3 ± 0,1 ^β
Px	88,3 ± 0,7 ^{βγ}	93,3 ± 0,2 ^{γδ}	96,1 ± 1,2 ^β

* (%) (Σ.Δ.Π.)_{ΘΡ}: σχετικός δείκτης πεπτικότητας για κάθε θρεπτικό συστατικό (πρωτεΐνη, λίπος, άμυλο) = 100 - [(% Cr₂O₃ τροφής ÷ % Cr₂O₃ περιττωμάτων) * (% ΘΣ περιττωμάτων) ÷ (% ΘΣ σιτηρείου)] * 100]. Διαφορετικά γράμματα αναφέρονται σε στατιστικές διαφορές στην ίδια στήλη.

Η υψηλότερη τιμή πεπτικότητας πρωτεϊνών μετρήθηκε για το σιτηρέσιο μάρτυρα CB, που περιείχε ιχθυάλευρο και ήταν σημαντικά υψηλότερο από τα σιτηρέσια που περιείχαν κτηνοτροφικά όσπρια σε αντίθεση με προηγούμενη μελέτη σε νεαρά άτομα λαυρακιού (Gouveia & Davies, 2000). Το σιτηρέσιο ChPD έδειξε τη χαμηλότερη πεπτικότητα, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού (% κ.β.) των αναστολέων θρυψίνης που περιέχονται στις κοτυληδόνες. Τα σιτηρέσια που περιείχαν εξωθημένες πρώτες ύλες δε διέφεραν στατιστικά από τις μη εξωθημένες με εξαίρεση τα σιτηρέσια που περιείχαν ρεβίθι αποφλοιωμένο. Οι τιμές του συντελεστή πεπτικότητας του αμύλου

για τα σιτηρέσια που περιείχαν μη εξωθημένα όσπρια ήταν σημαντικά χαμηλότερες. Μετά από εξώθηση το άμυλο ζελατινοποιείται με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η δράση της αμυλάσης (Pongmaneerat & Watanabe, 1993). Το άπεπτο άμυλο φαίνεται να επηρεάζει και την πεπτικότητα των λιπών καθώς όλα τα σιτηρέσια που περιείχαν τα ακατέργαστα όσπρια έδειξαν χαμηλότερη πεπτικότητα λίπους από αυτή των εξωθημένων. Το γεγονός αυτό πιθανώς σχετίζεται με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα άπεπτων υδατανθράκων στα σιτηρέσια (Fountoulaki et al., 1999).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αποφλοίωση δεν αύξησε το πρωτεϊνικό περιεχόμενο του ρεβυθιού σε σχέση με το ολόκληρο ρεβύθι. Επιπλέον, η προσθήκη του σε σιτηρέσια για τσιπούρες οδήγησε σε μείωση της πεπτικότητας των πρωτεϊνών και των λιπών. Η εξώθηση αύξησε σημαντικά την πεπτικότητα του αμύλου των σιτηρεσίων που περιείχαν κτηνοτροφικά όσπρια .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alonso, R., Orúe, E. and Marzo F. (1998): Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds. *Food Chemistry*, 63, No.4, 505-512.
- AOAC, 1998. Official methods of Analysis of AOAC international., 16th edition CD-ROM 3rd revision
- Αλέξη Μ. and Νέγκας, Ι. (2001). Χρησιμοποίηση προϊόντων σόγιας στη διατροφή τσιπούρας και λαυρακιού. Σημερινό επίπεδο γνώσης και ανάγκες για περαιτέρω μελέτη. American Soybean Association, Rue Du Luxemburg, 16b 1000 Brussels- Belgium, 32p.
- Bolin, D.W., King, R.P. and Klosterman, W.W. (1952). A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr₂O₃) when used as an inert substance. *Science*, 116, 634-635.
- Budini, R., Tonelli, D. and Girotti, S. (1980). Analysis of total phenols using the Prussian blue method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28, 1236-1238.
- Costa, G.E., Queiroz-Monici, K.S., Reis, S.M.P.M., Oliviera, A.C. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry*, 94, 327-330.
- Englyst, H.N., Quigley, M.E. and Hudson, G.J. (1994). Determination of dietary fibre as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars. *Analyst*, 119, 1497-1507.
- Francis, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199, 197-227.
- Fountoulaki E., Alexis, M.N., Nengas, I., and Venou, B. (2005). Effect of diet composition on nutrient digestibility and digestive enzyme levels of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*, 36, 1243-1251.
- Gouveia & Davies, 2000. Inclusion of an extruded dehulled pea seed meal in diets for juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 182, 183-193.
- Grahsm H.D. (1992) Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 801-805.
- Klamczynska, B., Czuchajowska, Z. and Baik, B.K. (2001). Composition, soaking, cooking properties and thermal characteristics of starch of chickpeas, wrinkled peas and smooth peas. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 563-572.
- Nengas, I., Alexis, M.N., Davies, S.J. and Petichakis, G. (1995). Investigation to determine digestibility coefficients of various raw materials in diets for gilthead sea bream, *Sparus aurata* L. *Aquaculture Research*, 26, 185-194.
- Pongmaneerat, J. and Watanabe, T. (1993). Effect of extrusion processing on the utilization of soybean meal diets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(8), 1407-1414.
- Rehman, Z.U. and Shah, W.H. (2005). Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*, 91, 327-331.
- Wang, N. and Daun, J.K. (2004). Effect of variety and crude protein content on nutrients and certain antinutrients in field peas (*Pisum sativum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1021-1029.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΑΡΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ (T) *Sparus aurata* ΚΑΙ ΜΥΤΑΚΙΟΥ (M) *Diplodus puntazzo*

Π. Παπαφωτίου, Ν. Καρακατσούλη και Σ. Παπουτσόγλου
Εργαστήριο Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
aquapap1@hotmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί η δυνατότητα συνεκτροφής νεαρών ιχθυδίων τσιπούρας (T) *Sparus aurata* και μυτακιού (M) *Diplodus puntazzo*. Σχεδιάστηκε μονοπαραγοντικό πείραμα με 2 επαναλήψεις, στο οποίο οι επεμβάσεις περιελάμβαναν διαφορετικά ποσοστά συμμετοχής των δύο ειδών στο σύνολο του πληθυσμού. Πιο συγκεκριμένα, συγκροτήθηκαν πληθυσμοί (των 165 ατόμων και μέσου αρχικού βάρους $1,68 \pm 0,011$ g και $1,43 \pm 0,007$ g για το μυτάκι και την τσιπούρα αντίστοιχα) με συμμετοχή 100% κάθε είδους (αμιγείς πληθυσμοί, 100%M, 100%T) και πληθυσμοί με 80%M-20%T, 60%M-40%T, 40%M-60%T και 20%M-80%T. Το πείραμα εκπονήθηκε σε ημίκλειστο κύκλωμα θαλασσινού νερού και η διάρκειά του ήταν 96 ημέρες. Στους ιχθυοπληθυσμούς χορηγήθηκε τροφή εμπορίου σε κορεσμό, αρχικά σε 7 γεύματα ημερησίως, τα οποία σταδιακά μειώθηκαν στα 3 γεύματα. Οι ιχθυοπληθυσμοί ζυγίζονταν κάθε 2 εβδομάδες. Παρατηρήσεις της συμπεριφοράς των ιχθύων κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου έδειξαν ότι υπήρξε επιθετικότητα με φαινόμενα κανιβαλισμού και διεκδίκησης χώρου, σε όλους τους ιχθυοπληθυσμούς. Οι αρχικές επιθέσεις αναπτύσσονταν αποκλειστικά μεταξύ των ομοειδών ατόμων. Αυξανόμενη όμως, της παρουσίας της τσιπούρας στους μικτούς πληθυσμούς, παρατηρήθηκε μειωμένη επιθετικότητα του μυτακιού. Δεν παρατηρήθηκε ανταγωνισμός κατά την διάρκεια των γευμάτων, ενώ οι μικτοί πληθυσμοί έδειξαν συνολικά καλύτερη αντίδραση στους χειρισμούς εκτροφής. Για το μυτάκι, θνησιμότητα (3-9%) παρατηρήθηκε κατά τις πρώτες 30 ημέρες εκτροφής, σε όλους τους πληθυσμούς, ενώ στη συνέχεια και μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου η θνησιμότητα σταθεροποιήθηκε και περιορίστηκε αισθητά ($P > 0,05$). Αντίθετα, για την τσιπούρα, η θνησιμότητα διατηρήθηκε χαμηλή (0-3%) για τις πρώτες 48 ημέρες και στη συνέχεια παρουσίασε αύξηση σε όλους τους πληθυσμούς (8-12%), και ιδιαίτερα στον πληθυσμό 60%M-40%T (19%, $P < 0,01$). Κατατάσσοντας τους πληθυσμούς με αύξουσα σειρά ζώντος βάρους καλύτερη ανάπτυξη ($P < 0,001$) παρατηρήθηκε στο μυτάκι στους πληθυσμούς 20%M-80%T, 40%M-60%T, 60%M-40%T, 100%M, 80%M-20%T και στην τσιπούρα στους πληθυσμούς 80%M-20%T, 100%T, 40%M-60%T, 60%M-40%T και 20%M-80%T. Επισημαίνεται ότι δεν ήταν οι αμιγείς πληθυσμοί εκείνοι που έδωσαν το καλύτερο αποτέλεσμα, αλλά, τόσο το μυτάκι όσο και η τσιπούρα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη, με την έννοια του τελικού βάρους και του ειδικού ρυθμού αναπτύξεως, στους πληθυσμούς εκείνους όπου το ποσοστό συμμετοχής τους ήταν το μικρότερο, δηλαδή 20% (20%M-80%T για το μυτάκι και 80%M-20%T για την τσιπούρα), διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από όλους του άλλους μικτούς ιχθυοπληθυσμούς. Σημειώνεται επίσης, ότι σε αυτούς τους συνδυασμούς, το είδος που αντιπροσωπευόταν με ποσοστό 80%, παρουσίασε τη χαμηλότερη ανάπτυξη (20%M-80%T για την τσιπούρα και 80%M-20%T για το μυτάκι). Οι διαφοροποιήσεις αυτές παρατηρήθηκαν ήδη από τις πρώτες 18 ημέρες εκτροφής και διατηρήθηκαν ως το τέλος της πειραματικής περιόδου. Η αξιοποίηση της τροφής εκτιμήθηκε στο σύνολο του κάθε ιχθυοπληθυσμού, αφού ο προσδιορισμός τόσο του Συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής, όσο και της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης ανά άτομο, δεν ήταν δυνατός ξεχωριστά για κάθε είδος ιχθύος στους μικτούς πληθυσμούς.

Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον συντελεστή εκμεταλλεύσεως της τροφής μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων με τις τιμές των συγκεκριμένων δεικτών να αυξάνονται, με την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής της τσιπούρας στους μικτούς πληθυσμούς. Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει το συμπέρασμα ότι, υπό τις παρούσες πειραματικές συνθήκες, η συνεκτροφή των δύο ειδών που εξετάστηκαν φαίνεται να είναι αναγκαία ιδιαίτερα για το μυτάκι στο στάδιο των νεαρών ιχθυδίων, ενώ ο συνδυασμός 40%M-60%T αποδεικνύεται ως εκείνος που μπορεί να οδηγήσει και τα δύο είδη ταυτόχρονα σε καλύτερες αποδόσεις.

ΒΙΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΚΛΩΒΟΥΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

Γ. Κατσέλης, Α. Ράμφος, Κ. Κούκου

ΤΕΙ Μεσολογγίου, Τμήμα ΙΧΘ. ΑΛ., Νέα Κτίρια, 30200 Μεσολόγγι gkatsel@teimes.gr,

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επέκταση της φυσικής φωτοπεριόδου με τη χρήση προστιθέμενου φωτισμού σε κλωβούς ανοικτής θαλάσσης αποτελεί μια πρακτική αναστολής ή καθυστέρησης της αναπαραγωγικής ωρίμανσης με δευτερογενές αποτέλεσμα την αύξηση του τελικού βάρους και της απόδοσης της τροφής, σε διάφορα είδη εκτρεφόμενων ψαριών.

Στην παρούσα μελέτη αναπτύσσεται ένα βιο-οικονομικό μοντέλο βασισμένο σε δεδομένα από πραγματικές συνθήκες εκτροφής, που αφορά στην αποτίμηση του συμφέροντος της χρήσης του προστιθέμενου φωτισμού σε εκτροφή τσιπούρας ανοικτής θαλάσσης. Το μοντέλο περιλαμβάνει βιολογικούς και οικονομικούς δείκτες που αφορούν στο ύψος επένδυσης και λειτουργίας της χρήσης του προστιθέμενου φωτισμού και εκτιμά το καθαρό κέρδος σε σχέση με την μη χρήση.

Οι διαφορές στο μέσο βάρος και στην απόδοση της τροφής, η τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος, της τροφής, της ενεργειακής μονάδος, το μέγεθος της εγκατάστασης όπου εφαρμόζεται προστιθέμενος φωτισμός, καθώς και το κόστος της εγκατάστασης αποτελούν τους παράγοντες που καθορίζουν το καθαρό κέρδος.

Για μια παράκτια μονάδα τελικής παραγωγής 40 tn ατόμων μέσου βάρους >200 g το Φεβρουάριο και Μάρτιο, με ετήσιο εύρος θερμοκρασίας 14-28°C, τιμή πώλησης 3.1€/kg, τροφών 1€/kg και κόστους ενέργειας 0.11€/kWh, η εφαρμογή του προστιθέμενου φωτισμού δίνει καθαρό κέρδος 4.3%. Μέσω της ανάλυσης ευαισθησίας του μοντέλου εντοπίζονται οι κυριότεροι παράμετροι που επηρεάζουν το κέρδος και αναλύεται η απόδοση της τεχνολογίας βάσει σεναρίων μελλοντικών τάσεων της ιχθυοκαλλιέργειας.

EVALUATION OF LONG-DAY PHOTOPERIOD APPLICATION IN A GILTHEAD SEABREAM (*S. AURATA*) OPEN-SEA FARM THROUGH A BIO-ECONOMICAL MODEL

G. Katselis, A. Ramfos, K. Koukou

Technological Educational Institute of Messolonghi, Department of Aquaculture & Fisheries
Messolonghi 30200, Tel. +30 26310 58230 gkatsel@teimes.gr.

ABSTRACT

The extension of the natural photoperiod through the use of artificial light in open-sea fish farms has been proven to induce the delay of sexual maturation in cultured fish species. Positive side effects of this application are the increased final weight as well as the improvement of the food conversion rate of the fish.

In the present study, a bio-economical model has been developed concerning the evaluation of the application of a long-day photoperiodic protocol in cultured gilthead seabream. The model incorporates both biological and economical variables regarding the installation and operational costs of the investment in order to estimate the net profit owed to the application of the photoperiodic protocol.

The variables mainly affecting the net profit due to the application are: the market price of the final product, the costs of food and power used, the size and the cost of the installation, as well as, the differences in the final mean weight and in the food consumption rate of the fish.

The model estimated a net profit of 4.3% due to the application of this photoperiodic protocol in a fish farm with an annual production of 40tn, individual final mean weight >200g and water temperature range from 14 to 28 °C. The market price of the final product was 3.1€/kg, food price 1€/kg and power cost 0.11€/kWh.

The sensitive analysis of the model, based on data originating from real culture conditions, indicated the most important variables affecting the net profit due to the application. The profitability of the technology based on the future trends of the aquaculture industry is discussed.

ΜΙΑ ΝΕΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΑΣΩΝ ΤΗΣ ΣΕΡΙΝΗΣ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Ε. Ψόχιου¹, Ζ. Μαμούρης¹, Π. Παναγιωτάκη², Κ. Μούτου¹

¹ Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. eleni_psochiou@yahoo.gr

² Τμήμα Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες η εκτροφή ιχθύων εγείρει νέα ερευνητικά ερωτήματα αναζητώντας αποδοτικότερες παραγωγικές διαδικασίες. Η πεπτικότητα των πρωτεϊνών και η απορρόφηση των αμινοξέων επηρεάζουν καθοριστικά τη μετατρεψιμότητα της τροφής, ενώ εξαρτώνται από την παραγωγή και τη δραστικότητα των πεπτικών πρωτεασών, μεταξύ των οποίων σημαντικό ρόλο έχουν οι πρωτεάσες της σερίνης, θρυψίνη και χυμοθρυψίνη. Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει τη μελέτη της σύνθεσης και της δραστικότητας των πεπτικών ενδοπρωτεασών στα ψάρια με τη χρήση εκλεκτικών υποστρωμάτων και αναστολέων, καθώς και τη μέτρηση της έκφρασης των γονιδίων που κωδικοποιούν για τη θρυψίνη και τη χυμοθρυψίνη. Από τα αποτελέσματα γίνεται φανερό ότι, προκειμένου η εκτίμηση της δραστικότητας των πεπτικών πρωτεασών να αποτελέσει ένα πολυδύναμο εργαλείο στην υπηρεσία της σύγχρονης υδατοκαλλιέργειας, απαιτείται περαιτέρω και πλέον εξειδικευμένη μελέτη τους για τα διάφορα είδη ή οικογένειες τελεόστων.

NEW INSIGHTS INTO THE ESTIMATION OF SERINE PROTEASE ACTIVITY IN FISH – APPLICATION IN FISH FARMING

Psochiou E., Z. Mamouris, P. Panagiotaki &, K. Moutou

ABSTRACT

During the last decades aquaculture generates new research fields asking for more profitable production procedures. Protein digestibility and amino acids absorption effect food conversion efficiency while they depend on the production and activity of digestive proteases, like serine proteases, trypsin and chymotrypsin. The present work aims to study digestive endoproteases composition in fish using specific substrates and inhibitors and to measure trypsinogen and chymotrypsinogen isoforms expression. The results indicate that, a further and more specific approach should be developed for different teleost species regarding digestive proteases, in order to become a powerful tool for modern fish farming.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες η εκτροφή ιχθύων αποτελεί σε παγκόσμιο επίπεδο μια από τις ανερχόμενες οικονομικές δραστηριότητες, εγείρει νέα ερευνητικά ερωτήματα αναζητώντας ολοένα και αποδοτικότερες παραγωγικές διαδικασίες και έχει καταστήσει την Ελλάδα την πρώτη παραγωγό χώρα στην Ευρώπη του είδους *Sparus aurata*, της γνωστής τσιπούρας.

Η τσιπούρα είναι ένα σαρκοφάγο είδος με υψηλές απαιτήσεις σε διατροφικές πρωτεΐνες, που ξεπερνούν το 45%. Η πεπτικότητα των πρωτεϊνών επομένως και η απορρόφηση των αμινοξέων είναι καθοριστικοί παράγοντες της μετατρεψιμότητας της τροφής, η οποία με τη σειρά της καθορίζει το κόστος αγοράς ιχθυοτροφών άρα και το

κόστος παραγωγής μιας μονάδας εκτροφής. Η πεπτικότητα των πρωτεϊνών όμως εξαρτάται αρχικά από την παραγωγή και τη δραστικότητα των πεπτικών πρωτεασών.

Οι κύριες πεπτικές πρωτεάσες παράγονται στα κυψελιδικά κύτταρα του παγκρέατος, το οποίο στα ψάρια, σε αντίθεση με τα θηλαστικά, αποτελεί ένα έντονα διαχυτό όργανο. Ο κυριότερος μηχανισμός ρύθμισης της δραστικότητας τους μετά την έκκριση τους από το πάγκρεας, είναι η πρωτεολυτική ενεργοποίηση των ανενεργών ζυμογόνων τους, τα οποία αποτελούν προϊόντα μεταγραφής και μετάφρασης συγκεκριμένων γονιδίων, ενώ η έκφραση τους βρίσκεται υπό διατροφικό και αναπτυξιακό έλεγχο (Perés et al., 1998).

Οι πρωτεάσες της σερίνης αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ομάδες μεταξύ των παγκρεατικών πρωτεασών και συγκαταλέγονται μεταξύ των πρώτων καλά μελετημένων πεπτικών ενζύμων. Είναι ενδοπρωτεάσες και η δράση τους στηρίζεται στην ύπαρξη μιας καταλυτικής τριάδας (His57 – Asp102– Ser195) στο ενεργό κέντρο τους. Κυριότεροι εκπρόσωποι τους είναι η θρυψίνη και η χυμοθρυψίνη οι οποίες παρουσιάζουν παρόμοια τρισδιάστατη δομή και αλληλουχία αμινοξέων, ενώ διαφέρουν ως προς την εξειδίκευση του υποστρώματος (Berg et al, 2002).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι τόσο η συγκριτική παρουσίαση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται σήμερα για την εκτίμηση της δραστικότητας των πρωτεασών της σερίνης στα ψάρια, κυρίως όμως η ανάδειξη της σημασίας αυτών των ενζύμων στη σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι μέθοδοι που αναφέρονται σε αυτή τη παράγραφο χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής με τίτλο «Μοριακή κλωνοποίηση των γονιδίων και χαρακτηρισμός των κύριων πρωτεασών της σερίνης του ευρύαλου τελεόστεου *Sparus aurata*: αλατότητα και ορμονική ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης και ενζυμικής δραστικότητας» που πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Για τη μελέτη της σύνθεσης και της δραστικότητας των πεπτικών πρωτεασών σε νεαρά άτομα τσιπούρας ελήφθησαν δείγματα από επιμέρους τμήματα του πεπτικού σωλήνα: α) στομάχι, β) πυλωρικά τυφλά (γύρω από τον πυλωρικό σφιγκτήρα), γ) πρόσθιο έντερο (από τη βάση των πυλωρικών τυφλών μέχρι το σημείο ένωσης με το οπίσθιο έντερο όπως διακρίνεται λόγω της αυξημένης διαμέτρου) και δ) οπίσθιο έντερο, απομονώθηκαν τα ακατέργαστα ενζυμικά εκχυλίσματα τους (Alarcón et al., 1998) και προσδιορίστηκε η συγκέντρωση ολικής διαλυτής πρωτεΐνης με τη μέθοδο Lowry (Lowry et. al, 1951). Δεν πραγματοποιήθηκε περαιτέρω καθαρισμός των ενζυμικών εκχυλισμάτων, καθώς ο εντοπισμός των πεπτικών πρωτεασών στους συγκεκριμένους ιστούς είναι ιδιαίτερα αυξημένος.

Μέτρηση ενζυμικής δραστικότητας

Αρχικά μετρήθηκε η δραστικότητα των ολικών αλκαλικών πρωτεασών σύμφωνα με τον Garcia-Carreño (1992), χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα 1,5% αζοκαζείνης σε ρυθμιστικό διάλυμα 50 mM Tris-HCl, pH=9,0. Η οπτική πυκνότητα του υπερκείμενου προσδιοριζόταν στα 440nm.

Η μέτρηση των επιμέρους πρωτεασών της σερίνης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εκλεκτικών υποστρωμάτων, εξειδικευμένων για κάθε πεπτική πρωτεάση, όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Η αμιδική δραστικότητα της θρυψίνης μετρήθηκε σύμφωνα με τους Bernard et al. (1961), χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα Na-Benzoyl-L-arginine-4-nitroanilide (μητρικό διάλυμα 5 mM σε DMSO) σε ρυθμιστικό διάλυμα 50 mM Tris-HCl, pH=8,2 που περιείχε 10 mM CaCl₂ στα 405nm.

Ο φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός της δραστικότητας της χυμοθρυψίνης, πραγματοποιήθηκε με βάση τους Asgeirsson & Bjarnason (1991), παρακολουθώντας την υδρόλυση N-Benzoyl-L-tyrosine ethyl ester (μητρικό διάλυμα 20 mM σε 50% μεθανόλη w/v) σε ρυθμιστικό διάλυμα 44,4 mM Tris-HCl, pH=7,8 περιεκτικότητας 55,5 mM CaCl₂, στα 256nm.

Για κάθε μέθοδο μέτρησης ενζυμικής δραστικότητας πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικοί έλεγχοι σε τρεις επαναλήψεις για κάθε περίπτωση, με σκοπό τον καθορισμό (i) της συγκέντρωσης υποστρώματος, (ii) της ποσότητας του ακατέργαστου ενζυμικού εκχυλίσματος και (iii) της χρονικής διάρκειας της αντίδρασης για κάθε ιστό και για τις αντίστοιχες πειραματικές συνθήκες.

Το σύνολο των μετρήσεων ενζυμικής δραστικότητας πραγματοποιήθηκε σε τρεις επαναλήψεις, στους 25 °C, που θεωρείται η βέλτιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος για την τσιπούρα. Η ειδική ενζυμική δραστικότητα εκφράστηκε ως U/mg πρωτεΐνης.

Ενζυμογράμματα πρωτεασών

Για την αναγνώριση και το χαρακτηρισμό των ομάδων των πεπτικών πρωτεασών, που περιέχονταν στα ενζυμικά εκχυλίσματα, χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι, ανάλογα με τις συνθήκες pH που επικρατούν κατά τη δράση τους στα επιμέρους τμήματα του γαστρεντερικού σωλήνα.

Για τα ενζυμικά εκχυλίσματα, που προέρχονταν από δείγματα του αλκαλικού τμήματος του εντέρου, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική SDS-PAGE όπως περιγράφεται από τον Laemmli (1970), με τη χρήση 11% πηκτής πολυακρυλαμίδης (8 x 10 x 0,075 cm) και ρυθμιστικό διάλυμα αποδιάταξης 1,5 M Tris-HCl, pH=8,8 που περιείχε 0,5% SDS. Η προετοιμασία των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Garcia-Carreño et al. (1993).

Κατά τη μελέτη της σύνθεσης και της δραστικότητας των ενζύμων ο χαρακτηρισμός των πρωτεασών έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο Garcia-Carreño (1992) χρησιμοποιώντας τους ειδικούς εκλεκτικούς αναστολείς του Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ειδικοί εκλεκτικοί αναστολείς για το χαρακτηρισμό των πεπτικών πρωτεασών

Αναστολείς	Πρωτεάσες - στόχοι	Συγκέντρωση μητρικού διαλύματος	Διαλύτης
PMSF	πρωτεάσες σερίνης	100 mM	EtOH
SBTI	πρωτεάσες σερίνης (κυρίως θρυψίνη)	250 μM	Νερό
TLCK	θρυψίνη	10 mM	HCl 1mM
CHYMOSTATIN	χυμοθρυψίνη	2,5 mg/ ml	DMSO

Έλεγχος της έκφρασης των γονιδίων

cDNA που κωδικοποιούν για το θρυψινογόνο και το χυμοθρυψινογόνο τσιπούρας ανακτήθηκαν από cDNA βιβλιοθήκη ήπατος (Sargoroulou et al., 2005) και κάθε κλώνος αλληλουχήθηκε πλήρως πέντε φορές.

Δύο διαφορετικοί κλώνοι χυμοθρυψινογόνου, που κωδικοποιούν για τις μορφές I και II, και ένας κλώνος θρυψινογόνου, που κωδικοποιεί για το θρυψινογόνο II, απομονώθηκαν και χαρακτηρίστηκαν.

Ο έλεγχος της έκφρασης των ισομορφών χυμοθρυψινογόνου και του θρυψινογόνου πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Northern Blot.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη παγκόσμια βιβλιογραφία η δυσκολία στη μέτρηση των πεπτικών πρωτεασών στα ψάρια αναφέρεται τόσο στη δειγματοληψία όσο και στη μεθοδολογία που ακολουθείται από κάθε ερευνητική ομάδα.

Όσον αφορά τη δειγματοληψία, οι παράγοντες που συχνά οδηγούν σε μη συγκρίσιμα τελικά αποτελέσματα αφορούν κυρίως (1) τη μη λήψη συγκεκριμένων σταθερών τμημάτων του πεπτικού σωλήνα, πολλές φορές η δειγματοληψία περιλαμβάνει και το διάχυτο παγκρεατικό ιστό, (2) τα ψάρια θανατώνονται κατόπιν διαφόρων χρονικών αποστάσεων από τη τελευταία τροφοληψία και (3) σε κάποιες περιπτώσεις ο πεπτικός σωλήνας ξεπλένεται πριν τη δειγματοληψία, ενώ σε άλλες η λήψη των ακατέργαστων ενζυμικών εκχυλισμάτων πραγματοποιείται μέσω ξυσίματος του επιφανειακού βλεννώδους στρώματος του εντέρου.

Όσον αφορά τη μέθοδο μέτρησης, οι παράμετροι που συχνά διαφοροποιούνται είναι (1) η θερμοκρασία και η διάρκεια πραγματοποίησης της ενζυμικής αντίδρασης, θα πρέπει να ελέγχεται η επίδραση της θερμοκρασίας στη σταθερότητα των ενζύμων (2) η τελική έκφραση της δραστηριότητας των πρωτεασών και (3) η χρήση διαφορετικών εκλεκτικών υποστρωμάτων.

Ένα από τα σημαντικότερα ίσως προβλήματα αποτελεί το γεγονός ότι τα εκλεκτικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των πρωτεασών της σερίνης στα ψάρια έχουν αρχικά σχεδιαστεί και χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των αντίστοιχων ενζύμων στα θηλαστικά. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα μας καταδεικνύουν ότι, τουλάχιστον όσον αφορά τη τσιπούρα, υπάρχουν σημαντικές διαφορές που τελικά δύνανται να επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα.

Η ανάλυση της έκφρασης των χυμοθρυψινογόνων και του θρυψινογόνου σε νεαρά άτομα τσιπούρας ανέδειξε τα πυλωρικά τυφλά, που βρίσκονται σε επαφή με το έντονα διαχυτό πάγκρεας και απουσιάζουν από τα θηλαστικά, ως την κύρια περιοχή πρωτεϊνικής πέψης κατά μήκος του εντέρου, ενώ αξιοσημείωτη είναι η εμφάνιση των ζυμογόνων στο οπίσθιο τμήμα του εντέρου, στο οποίο στα θηλαστικά και άλλους τελεόστεους παρατηρείται κυρίως απορρόφηση μακρομορίων μέσω πινοκύτωσης (Cataldi et al., 1987).

Η έλλειψη διακριτής ζώνωσης του πεπτικού σωλήνα της τσιπούρας, σε αντίθεση με τα θηλαστικά, επιβεβαιώθηκε από τη μέτρηση των ολικών αλκαλικών πρωτεασών και των επιμέρους δραστηριοτήτων των πρωτεασών της σερίνης. Ανεξαρτήτως πειραματικών συνθηκών, η χυμοθρυψίνη αποτέλεσε την κυρίαρχη πρωτεάση κατά μήκος του αλκαλικού τμήματος του πεπτικού σωλήνα, ενώ απροσδόκητα υψηλότερες τιμές

δραστηκότητας παρατηρήθηκαν στο οπίσθιο έντερο. Οι Chakrabarti et al. (1995) υποστηρίζουν ότι το έντερο των ψαριών βρίσκεται ακόμη στο εξελικτικό στάδιο όπου τα πεπτικά ένζυμα δεν εμφανίζουν κάποια χωρική εξειδίκευση όπως αυτή συναντάται στα ανώτερα θηλαστικά.

Επιπλέον, η χρήση εκλεκτικών αναστολέων, κατέδειξε αλληλοεπικάλυψη των δράσεων θρυψίνης και χυμοθρυψίνης. Οι Cohen et al. (1981) υποστηρίζουν ότι, η θρυψίνη είναι πιθανό να αλληλεπιδρά με τις εκλεκτικές θέσεις πρόσδεσης της χυμοθρυψίνης για αρκετούς αναστολείς και αντίστροφα, ενώ οι Murray et al. (2004), αναφέρουν χαμηλή εξειδίκευση των βιοχημικών μεθόδων μέτρησης της δραστηκότητας θρυψίνης με τη χρήση BAPNA ως υπόστρωμα και προτείνουν περαιτέρω έρευνα προκειμένου να καθορισθεί μια πιο ακριβής μέθοδος μέτρησης για τα ψάρια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, αφενός ότι απαιτείται περαιτέρω και πλέον εξειδικευμένη μελέτη των πρωτεασών της σερίνης για τα διάφορα είδη ή οικογένειες τελεόστεων προκειμένου να σχεδιαστούν εξειδικευμένα υποστρώματα και αναστολείς, αφετέρου ότι η εκτίμηση της δραστηκότητας των πρωτεασών της σερίνης στα ψάρια απαιτεί πέραν της μέτρησης της μια συνδυασμένη χρήση διαφορετικών μεθόδων:

- ✓ Μέτρηση της δραστηκότητας των ολικών αλκαλικών πρωτεασών, η οποία σχετίζεται τόσο με την έκκριση όσο και με τη δραστηκότητα των επιμέρους αλκαλικών ενδοπρωτεασών.
- ✓ SDS-PAGE μέθοδο, για το διαχωρισμό και χαρακτηρισμό των επιμέρους πεπτικών πρωτεασών και σε συνδυασμό με το ισοηλεκτρικό σημείο τους.
- ✓ pH - stat in vitro μέθοδο, για τη μέτρηση της υδρόλυσης μια συγκεκριμένης πρωτεΐνης ή τροφής.
- ✓ Μελέτη των επιπέδων έκφρασης των γονιδίων των ζυμογόνων.

Η εκτίμηση της δραστηκότητας των πεπτικών πρωτεασών μπορεί να αποτελέσει ένα πολυδύναμο εργαλείο στην υπηρεσία της σύγχρονης υδατοκαλλιέργειας αναφορικά με:

- ✓ Τη βελτιστοποίηση των διατροφικών σχημάτων σύμφωνα με τις εποχικές και θερμοκρασιακές διακυμάνσεις των πρωτεασών.
- ✓ Το σχεδιασμό νέων εμπορικών ιχθυοτροφών, με την ανίχνευση της καταλληλότητας νέων φθηνότερων πρωτεϊνικών πηγών.
- ✓ Την ανάπτυξη εμπορικών συμπληκτων προς αντικατάσταση της ζωντανής τροφής στα πρώτα αναπτυξιακά στάδια των ιχθυδίων, όπου η πέψη των πρωτεϊνών εξαρτάται αποκλειστικά από την εμφάνιση των αλκαλικών πεπτικών πρωτεασών.
- ✓ Την παραγωγή ανασυνδυασμένων πρωτεασών για εμπλουτισμό των ιχθυοτροφών.
- ✓ Την απομόνωση και χρήση στη παγκόσμια βιομηχανία τροφίμων ενζύμων με νέες καταλυτικές ιδιότητες (π.χ. θρυψίνη ψυχρόφιλων ειδών ψαριών).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alarcón F.J., M. Díaz, F.J. Moyano and E. Abellan, 1998. Characterization and functional properties of digestive proteases in two sparids; gilthead seabream (*Sparus aurata*) and common dentex (*Dentex dentex*). *Fish Physiol. Biochem.* 19, 257-267.
- Asgeirsson B. and B. Bjarnason, 1991. Structural and kinetic properties of chymotrypsin from atlantic cod (*Gadus morhua*). Comparison with bovine chymotrypsin. *Comp. Biochem. Physiol.* B 99, 327-335.
- Berg J.M., J.L., Tymoczko and L. Stryer, 2002. Catalytic strategies. In: Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (Eds) *Biochemistry*, 5th ed. WH Freeman and Co, New York, pp 227-260.
- Bernard F., B. Erlanger, N. Kokowsky and W. Cohen, 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Arch. Biochem. Biophys.* 95, 271-278.
- Cataldi E., S. Cataudella, G. Monaco, A. Rossi and L. Tancioni, 1987. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata*. *J. Fish Biol.* 30, 135-145.
- Chakrabarti I., Md. A. Gani, K.K. Chaki, R. Sur and K.K. Misra, 1995. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comp. Biochem. Physiol.* A 112, 167-177.
- Cohen T., A. Gertler, and Y. Birk, 1981. Pancreatic proteolytic enzymes from carp (*Cyprinus carpio*)-II Kinetic properties and inhibition studies of trypsin, chymotrypsin and elastase. *Comp. Biochem. Physiol.* A 69, 647-653.
- García-Carreño F.L., 1992. Protease inhibition in theory and practice. *Biotechnol. Educ.* 3, 145-150.
- García-Carreño F.L., L.E. Dimes, and N.F. Haard, 1993. Substrate-gel electrophoresis for composition and molecular weight of proteinases or proteinaceous proteinase inhibitors. *Anal. Biochem.* 214, 65-69.
- Laemmli U.K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227, 680-685.
- Lowry O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr and R.J. Randall, 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193, 265-275.
- Murray H.M., J.C. Pérez-Casanova, J.W. Gallant, S.C. Johnson and S.E. Douglas, 2004. Trypsinogen expression during the development of the exocrine pancreas in winter flounder (*Pleuronectes americanus*). *Comp. Biochem. Physiol.* A 138, 53-59.
- Pérez A., J.L. Zambonino-Infante and C. Cahu, 1998. Dietary regulation of activities and mRNA levels of trypsin and amylase in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 19, 145-152.
- Sarropoulou E., D.M. Power, A. Magoulas, R. Geisler and G. Kotoulas, 2005. Comparative analysis and characterization of expressed sequence tags in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) liver and embryos. *Aquaculture* 243, 69-81.

ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μ.Σ. Καλαμάκη¹, Κ.Χ. Τελιούσης^{1*}, Μ. Γιαγνίση², Ι.Ν. Βάτσος¹, Κ. Μπιτχαβά³, Ν. Σολομάκος³, Β. Φωτιάδου¹, Π. Αγγελίδης¹, Φ. Αθανασοπούλου³

¹ Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Κτηνιατρική Σχολή Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Τ.Θ. 935

² Ινστιτούτο Υδατοκαλλιεργειών, ΕΛΚΕΘΕ, Αγ. Κοσμάς, Αθήνα, ΤΚ 16777

³ Τμήμα Κτηνιατρικής Π.Θ., Καρδίτσα ΤΚ 431 00 Τ.Θ. 199,

*ktel@vet.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του προγράμματος «Ίδρυση Τράπεζας παθογόνων μικροβίων από τις Ελληνικές υδατοκαλλιεργείες», που συγχρηματοδοτείται από το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΠ ΑΛΙΕΙΑ 2000-2006, Μέτρο 4.6), πραγματοποιήθηκε απομόνωση βακτηρίων από 56 περιστατικά (431 ψάρια) που ανήκαν σε 11 είδη ψαριών. Τα βακτήρια αυτά αρχικά ταυτοποιήθηκαν με κλασικές βιοχημικές μεθόδους. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μοριακή ταυτοποίηση με την τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης (PCR). Με τη χρήση της διαγνωστικής PCR και ειδικούς εκκινητές που στοχεύουν στην ενίσχυση τμήματος του γονιδίου *amiB* ταυτοποιήθηκε το βακτήριο *Listonella anguillarum*. Για την ταυτοποίηση του *Vibrio alginolyticus* χρησιμοποιήθηκαν εκκινητές για την ενίσχυση τμήματος του γονιδίου της κολλαγενάσης, ενώ η τεχνική της multiplex PCR χρησιμοποιήθηκε για την ταυτοποίηση του *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. Τα βακτήρια αυτά έχουν αποθηκευτεί στο εργαστήριο Ιχθυολογίας της Κτηνιατρικής Σχολής του ΑΠΘ (Greek Aquaculture Bank, GAB). Επίσης πραγματοποιήθηκε ανίχνευση και ταυτοποίηση του *Listonella anguillarum* σε ιστολογικές τομές μολυσμένων ψαριών με τη χρήση της PCR.

MOLECULAR IDENTIFICATION OF PATHOGENIC BACTERIA ISOLATED FROM GREEK AQUACULTURE

M.S. Kalamaki¹, K.C. Teliouis¹, M. Yiagnisis², N.I. Vatsos¹, K. Mpithava³, N. Solomakos³, V. Fotiadou¹, P. Angelidis¹, F. Athanassopoulou³

¹Laboratory of Ichthyology, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

²Institute of Aquaculture, Hellenic Centre for Marine Research, Athens, Greece

³Department of Veterinary Medicine, University of Thessaly Karditsa, Greece

ABSTRACT

As part of the project titled 'Establishment of a bank of pathogenic bacteria isolated from Greek Aquaculture.' funded by the Greek Ministry of Food and Agricultural Development and the European Union (4.6, EPAL 2000 -2006) 431 fish (belonging to 11 different species), from 56 outbreak cases were examined and the causative agents were isolated. The isolated bacteria were initially identified to the genus level using conventional biochemical identification methods. Then, PCR was used for the molecular identification of selected isolates. Species-specific primers that amplify an internal segment of the *amiB* gene were used for the identification of the *Listonella anguillarum* isolates. Primers that target the collagenase gene were used for the identification of *Vibrio alginolyticus* strains that were isolated from clinical specimens. *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* was identified using multiplex PCR. The isolates have been deposited to the Greek Aquaculture Bank (GAB) at the Laboratory of Ichthyology, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Greece. Moreover, PCR was used for the identification of *L. anguillarum* directly from histological preparations of infected fish tissue.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια του προγράμματος «Ίδρυση Τράπεζας παθογόνων μικροβίων από τις Ελληνικές υδατοκαλλιέργειες», που συγχρηματοδοτείται από το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΠ ΑΛΙΕΙΑ 2000-2006, Μέτρο 4.6), πραγματοποιήθηκε απομόνωση και ταυτοποίηση παθογόνων βακτηρίων από διάφορα περιστατικά φυσικών μολύνσεων που διαπιστώθηκαν σε Ελληνικές υδατοκαλλιέργειες. Κύριος στόχος δημιουργίας της Τράπεζας αυτής είναι η συλλογή και ταυτοποίηση παθογόνων βακτηριακών στελεχών που υπάρχουν στον Ελλαδικό χώρο, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επιδημιολογικές μελέτες και μελλοντική ανάπτυξη εμβολίων.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι ταυτοποίησης βακτηρίων βασίζονται στην απομόνωση του υπεύθυνου βακτηρίου (σε καθαρή καλλιέργεια) με τη χρήση διαγνωστικών συνθετικών καλλιεργητικών υποστρωμάτων. Στη συνέχεια ακολουθεί η βιοχημική ή και ορολογική ταυτοποίηση του βακτηρίου (Staley and Krieg, 1989). Η βιοχημική ταυτοποίηση αποτελεί τον συνήθη τρόπο χαρακτηρισμού στις περισσότερες περιπτώσεις. Όμως απαιτούνται αρκετές ημέρες ή και εβδομάδες για να ολοκληρωθεί και είναι δύσκολη η ταυτόχρονη ταυτοποίηση μεγάλου αριθμού βακτηρίων. Η ταυτοποίηση των βακτηρίων όταν βασίζεται μόνο σε μορφολογικά ή βιοχημικά χαρακτηριστικά ενδέχεται να μην είναι πλήρης. Τα βιοχημικά αυτά χαρακτηριστικά μπορεί να μην εκφράζονται πάντα ή οι βιοχημικές δοκιμές να είναι δύσκολο να ερμηνευτούν. Ένα άλλο μειονέκτημα των κλασικών αυτών μεθόδων είναι ότι απαιτούν καθαρές καλλιέργειες οπότε δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις ζωντανών αλλά μη καλλιεργήσιμων βακτηρίων (Settanni and Corsetti, 2007,). Τα τελευταία χρόνια διάφορες τεχνικές βασισμένες στην ανάλυση του βακτηριακού γονιδιώματος έχουν περιγραφεί για την ταυτοποίηση και ταξινόμηση των βακτηρίων (Ludwig, 2007). Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η μοριακή ταυτοποίηση τριών βακτηριακών ειδών: του *Vibrio alginolyticus*, του *Listonella anguillarum* και του *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*, των οποίων η παθογόνος δράση είναι γνωστή και τα οποία δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στις Ελληνικές θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες. Η μέθοδος που περιγράφεται είναι η αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR) η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη ευαισθησία και ειδικότητα. Τα πρωτόκολλα που περιγράφονται παρακάτω αποτελούν τροποποιήσεις σε μεθόδους που έχουν ήδη προταθεί από προηγούμενους ερευνητές (Hong *et al.*, 2007, DiPinto *et al.*, 2005, Osorio *et al.*, 2000) . Έτσι, με τις μεθόδους αυτές μπορούν να ταυτοποιηθούν γρήγορα και με μεγάλη ευαισθησία τα εν λόγω παθογόνα βακτήρια σε διάφορα δείγματα από ιστούς ψαριών αλλά και από τοπεριβάλλον (νερό, ίζημα).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Δείγματα ψαριών

Συνολικά, στα πλαίσια της λειτουργίας της Τράπεζας, από 56 περιστατικά ασθένειας που εκδηλώθηκαν σε διάφορες εκτροφές ψαριών, συλλέχθηκαν 431 ψάρια που ανήκαν σε 11 είδη ψαριών. Η πλειονότητα των περιστατικών αφορούσε λαβράκια *Dicentrarchus labrax* (18 περιστατικά), τσιπούρες *Sparus aurata* (20 περιστατικά) και

χέλια *Anguilla anguilla* (6 περιστατικά). Τα ψάρια που συλλέχθηκαν ήταν ημιθανή, παρουσίαζαν εξωτερικές αλλοιώσεις και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο σε πάγο σε λιγότερο από 12 ώρες. Η απομόνωση των βακτηρίων πραγματοποιήθηκε από τους νεφρούς, το ήπαρ και το σπλήνα των μολυσμένων ψαριών. Η αρχική ταυτοποίηση των βακτηρίων πραγματοποιήθηκε με κλασσικές μικροβιολογικές μεθόδους και στη συνέχεια, μετά την αρχική κατάταξη των στελεχών σε βακτηριακά είδη, ακολούθησε η επιβεβαίωση με τη μέθοδο της PCR.

Ταυτοποίηση με PCR

Καλλιέργειες των βακτηρίων διατηρήθηκαν σε τρυβλία πετρί με υπόστρωμα Trypticase Soy Agar 2% NaCl. Από τις καλλιέργειες αυτές μία μεμονωμένη αποικία χρησιμοποιήθηκε για τον ενοφθαλμισμό 5 ml ζωμού Trypticase Soy Broth 2% NaCl που στη συνέχεια επωάστηκε στους 23° C για 24 ώρες (*V. alginolyticus* και *L. anguillarum*) ή για 48 ώρες (*Ph. damsela* subsp. *piscicida*). Ολικό DNA απομονώθηκε από 1 ml καλλιέργειας σε ζωμό χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο του Nucleospin Tissue Kit (Macherey Nagel, Germany) για βακτήρια. Δύο μικρόλιτρα ολικό DNA (~ 50 ng) χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση της παρουσίας ειδικών για το κάθε βακτήριο γονιδίων με την PCR. Οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον Πίν. 1.

Πίνακας 1. Ειδικοί εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν στις αντιδράσεις της PCR.

Βακτήριο	Αλληλουχία εκκινητή	Βιβλιογραφία
<i>L. anguillarum</i>	5' ACATCATCCATTTGTTAC 3'	Hong <i>et al.</i> , 2007
<i>L. anguillarum</i>	5' CCTTATCACTATCCAAATTG 3'	Hong <i>et al.</i> , 2007
<i>V. alginolyticus</i>	5' CGAGTACAGTCACTTGAAAGCC 3'	DiPinto <i>et al.</i> , 2005
<i>V. alginolyticus</i>	5' CACAACAGAACTCGCGTTACC 3'	DiPinto <i>et al.</i> , 2005
<i>Photobacterium sp.</i>	5' GCTTGAAGAGATTCGAGT 3'	Osorio <i>et al.</i> , 2000
<i>Photobacterium sp.</i>	5' CACCTCGCGGTCTTGCTG 3'	Osorio <i>et al.</i> , 2000
<i>Ph. damsela</i> subsp. <i>piscicida</i>	5' TCCGGAATAGGTAAAGCGGG 3'	Osorio <i>et al.</i> , 2000
<i>Ph. damsela</i> subsp. <i>piscicida</i>	5' CTTGAATATCCATCTCATCTGC 3'	Osorio <i>et al.</i> , 2000

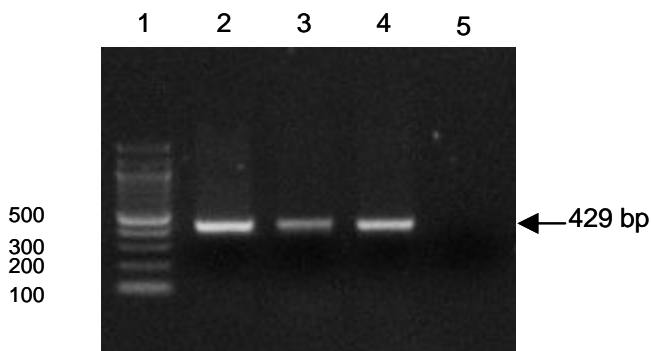
Για το *L. anguillarum* η αντίδραση της PCR πραγματοποιήθηκε σε συνολικό όγκο 50 µl σε ρυθμιστικό διάλυμα που περιείχε 250 µM από κάθε δεοξυριβοζονουκλεοτίδιο (dNTP), 10 pM από τον κάθε εκκινητή, 5 µl από το 10x PCR buffer, 0,5 U Taq DNA πολυμεράση (Finnzymes, Espoo, Finland) και υπερκαθαρό νερό. Οι παράμετροι λειτουργίας του θερμικού κυκλοποιητή ήταν: αποδιάταξη στους 95° C για 10 λεπτά, 35 κύκλοι στους 95° C για 30 s, 56° C για 30 s, 72° C για 30 s και ένα τελευταίο βήμα στους 72° C για 7 min. Για το *V. alginolyticus* η αντίδραση της PCR πραγματοποιήθηκε σε συνολικό όγκο 50 µl σε ρυθμιστικό διάλυμα που περιείχε 200 µM από κάθε dNTP, 10 pM από τον κάθε εκκινητή, 5 µl από το 10x PCR buffer, 2,5 U Taq

DNA πολυμεράση και υπερκαθαρό νερό. Οι παράμετροι λειτουργίας του θερμικού κυκλοποιητή ήταν: αποδιάταξη στους 95° C για 15 λεπτά, 35 κύκλοι στους 94° C για 30 s, 57° C για 30 s, 72° C για 60 s και ένα τελευταίο βήμα στους 72° C για 5 min. Τέλος, για το *Ph. damsela* subsp. *piscicida* η αντίδραση της PCR πραγματοποιήθηκε σε συνολικό όγκο 50 μl σε ρυθμιστικό διάλυμα που περιείχε 200 μM από κάθε dNTP, 160 pmol από τον κάθε εκκινητή, 5 μl από το 10x PCR buffer, 2mM MgCl₂, 2 U Taq DNA πολυμεράση και υπερκαθαρό νερό. Οι παράμετροι λειτουργίας του θερμικού κυκλοποιητή ήταν: αποδιάταξη στους 95° C για 4 λεπτά, 30 κύκλοι στους 95° C για 60 s, 60° C για 60 s, 72° C για 40 s και ένα τελευταίο βήμα στους 72° C για 5 min.

Η εκχύλιση DNA από ιστούς μολυσμένων ψαριών εγκλεισμένων σε παραφίνη πραγματοποιήθηκε μετά από αποπαρφίνωση και ενυδάτωση του ιστού χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο του Nucleospin Tissue Kit για βακτήρια. Η PCR για την ανίχνευση του *L. anguillarum* πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται παραπάνω.

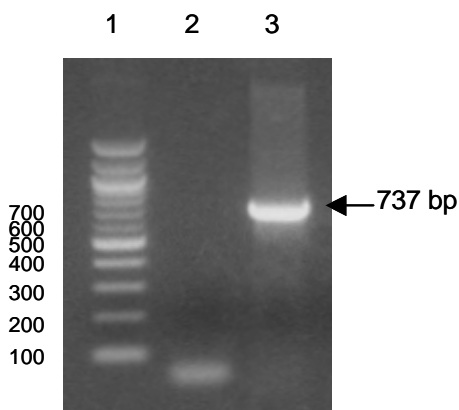
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη, από περιστατικά φυσικών μολύνσεων σε μονάδες εκτροφής θαλάσσιων ψαριών, συλλέχθηκαν και ταυτοποιήθηκαν αρχικά με κλασσικές μικροβιολογικές μεθόδους και αργότερα με PCR 13 στελέχη που ανήκαν στο είδος *L. anguillarum*, 14 στο είδος *V. alginolyticus* και 6 στο είδος *Ph. damsela* subsp. *piscicida*. Στις Εικόνες 1, 2 και 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ηλεκτροφόρησης σε πηκτή αγαρόζης των προϊόντων της PCR για τα τρία βακτηριακά στελέχη.



Εικόνα 1: Ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 1,5% των προϊόντων της PCR με εκκινητές ειδικούς για το γονίδιο *amiB*. Το αναμενόμενο τμήμα DNA για το *L. anguillarum* (429 νουκλεοτιδία) ήταν παρών στα δείγματα των βακτηρίων (2-4) ενώ απουσίαζε στον αρνητικό μάρτυρα (5). Ως δείκτης μοριακού μεγέθους (1) χρησιμοποιήθηκε το 1 Kb DNA ladder (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA).

Συγκεκριμένα για την ταυτοποίηση του βακτηρίου *L. anguillarum* χρησιμοποιήθηκαν εκκινητές σχεδιασμένοι για την ενίσχυση τμήματος του γονιδίου *amiB* που κωδικοποιεί την αμιδάση της N-ακέτυλομουραμοϋλ-L-αλανίνης (N-acetylmuramoyl-L-alanine amidase). Η PCR με αυτούς τους εκκινητές παράγει ένα προϊόν 429 νουκλεοτιδίων το οποίο διαφοροποιεί το *L. anguillarum* από 25 άλλα είδη του γένους *Vibrio* και διάφορα εντερικά βακτήρια (Hong *et al.*, 2007).

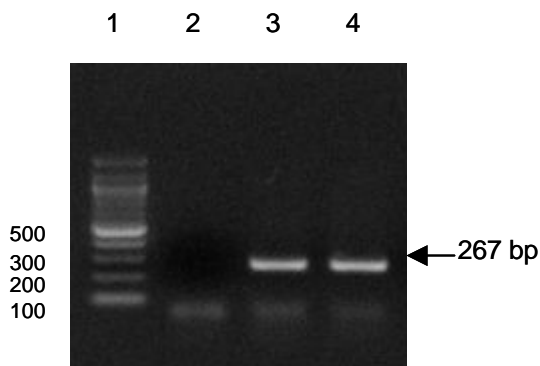


Εικόνα 2: Η μοριακή ταυτοποίηση του *V. alginolyticus* πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της PCR και εκκινητές ειδικούς για το γονίδιο της

κολλαγενάσης. Μετά την ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 1,5%, το αναμενόμενο τμήμα ενισχυμένου DNA (737 νουκλεοτίδια) ήταν παρών στο δείγμα του βακτηρίου (3), ενώ απουσίαζε στον αρνητικό μάρτυρα (2). Ως δείκτης μοριακού μεγέθους (1) χρησιμοποιήθηκε το 1 Kb DNA ladder.

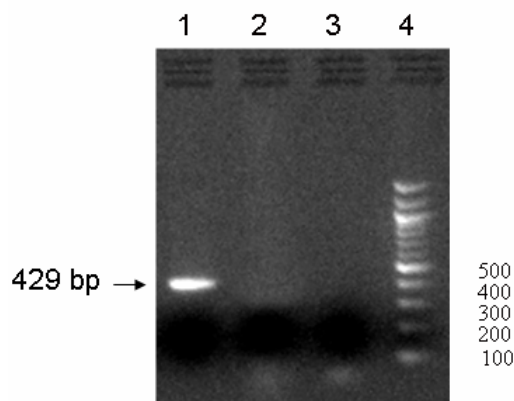
Για το *V. alginolyticus* χρησιμοποιήθηκαν εκκινητές σχεδιασμένοι για την ενίσχυση τμήματος του γονιδίου που κωδικοποιεί την κολλαγενάση (collagenase). Η PCR με αυτούς τους εκκινητές παράγει ένα προϊόν 737 νουκλεοτιδίων (DiPinto *et al.*, 2005).

Για το *Ph. damsela* subsp. *piscicida* χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της multiplex PCR με εκκινητές σχεδιασμένους για την ενίσχυση τμήματος του γονιδίου που κωδικοποιεί το 16S rRNA και του γονιδίου *ureC* που κωδικοποιεί την ουρεάση. Η PCR με τους εκκινητές για το 16S rRNA γονίδιο παράγει ένα τμήμα 267 νουκλεοτιδίων το οποίο ταυτοποιεί το είδος *Ph. damsela* αφού είναι παρόν και στα δυο υποείδη του. Με τους εκκινητές για το γονίδιο *ureC* παράγεται ένα προϊόν 448 νουκλεοτιδίων μόνο στο *Ph. damsela* subsp. *damsela*.



Εικόνα 3: Ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 1,5% των προϊόντων της PCR για τη μοριακή ταυτοποίηση του *Ph. damsela* subsp. *piscicida*. Το αναμενόμενο τμήμα ενισχυμένου DNA για το 16S rRNA γονίδιο (267 νουκλεοτίδια) ήταν παρόν στα δείγματα του βακτηρίου (3-4), απουσίαζε στον αρνητικό μάρτυρα (2), ενώ δεν ανιχνεύθηκε προϊόν μήκους 448 νουκλεοτιδίων. Ως δείκτης μοριακού μεγέθους (1) χρησιμοποιήθηκε το 1 Kb DNA ladder.

Η ανίχνευση και ταυτοποίηση του *L. anguillarum* σε ιστούς νοσούντων ψαριών εγκλεισμένους σε παραφίνη πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη διερεύνηση της δυνατότητας ταχείας διάγνωσης της νόσου χωρίς τη μεσολάβηση καλλιέργειας και απομόνωσης του βακτηρίου (Εικόνα 4). Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατή η ταυτοποίηση του βακτηρίου σε δείγματα των οποίων η απλή παρατήρηση με οπτικό μικροσκόπιο δεν μπορεί να καταδείξει την παρουσία του.



Εικόνα 4: Ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 1,5% των προϊόντων της PCR για την ανίχνευση του *L. anguillarum* σε ολικό DNA που εκχυλίστηκε από ιστούς μολυσμένων ψαριών εγκλεισμένων σε παραφίνη. Το αναμενόμενο τμήμα ενισχυμένου DNA (429 νουκλεοτίδια) ήταν παρόν στο μολυσμένο δείγμα ιστού (1), ενώ απουσίαζε στον μη μολυσμένο ιστό (2) και στον αρνητικό μάρτυρα (3). Ως δείκτης μοριακού μεγέθους (4) χρησιμοποιήθηκε το 1 Kb DNA ladder.

Η συλλογή βακτηρίων στα πλαίσια της λειτουργίας της Τράπεζας Παθογόνων Μικροβίων αποτελεί την πρώτη συστηματική προσπάθεια δημιουργία μιας τράπεζας αναφοράς στην Ελλάδα. Προηγούμενες προσπάθειες ήταν αποσπασματικές και τα αποτελέσματά τους δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές μελέτες.

Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε επιβεβαίωση του είδους διαφόρων απομονωθέντων βακτηρίων που είχαν ταυτοποιηθεί αρχικά με κλασσικές μικροβιολογικές μεθόδους. Σύμφωνα με αυτές τις μεθόδους τα διάφορα στελέχη είχαν ταξινομηθεί στα είδη *V. alginolyticus*, *L. anguillarum* και *Ph. damsela* subsp. *piscicida*. Τα είδη αυτά είναι υψίστης σημασίας για τις Ελληνικές θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες, εφόσον αποτελούν τους λοιμογόνους παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την πλειοψηφία των θανάτων των εκτρεφόμενων ψαριών. Οι κλασσικές βιοχημικές μέθοδοι πολλές φορές δεν είναι ικανές να ταυτοποιήσουν ένα βακτηριακό στέλεχος σε επίπεδο είδους. Επίσης, μπορεί να είναι αρκετά χρονοβόρες, ιδιαίτερος στην περίπτωση βακτηρίων που αναπτύσσονται σχετικά αργά, όπως το *Ph. damsela* subsp. *piscicida*, κάποια στελέχη του οποίου απαιτούν ακόμα και 4-6 ημέρες επώασης για να δώσουν ορατές αποικίες σε στερεά θρεπτικά υποστρώματα.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα αποτελούν τροποποιήσεις μεθόδων που έχουν προταθεί πρόσφατα από άλλους ερευνητές. Παρουσιάζουν μεγάλη ειδικότητα σε ότι αφορά την ικανότητα ορθής ταυτοποίησης του κάθε βακτηριακού είδους σε μίγματα βακτηρίων συγγενικών ειδών. Επίσης η ευαισθησία των μεθόδων αυτών είναι πολύ υψηλή εφόσον επιτρέπουν την ανίχνευση του γονιδίου στόχου σε ποσότητες ολικού βακτηριακού DNA 1pg – 10fg (Osorio *et al.*, 2000). Όμως μέχρι σήμερα, οι παραπάνω μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί μόνο σε καθαρές καλλιέργειες βακτηρίων. Στην παρούσα μελέτη δείξαμε ότι, ειδικά για το *L. anguillarum*, είναι δυνατή η ταυτόχρονη ανίχνευση και ταυτοποίηση του βακτηρίου σε μολυσμένους ιστούς, χωρίς την ανάγκη για απομόνωσή του σε καθαρή καλλιέργεια. Επομένως, ο χρόνος που απαιτείται για τη διάγνωση της προσβολής μιας εκτροφής ψαριών από το βακτήριο αυτό συντομεύεται σε λιγότερο από μία ημέρα. Ο επόμενος στόχος της ερευνητικής ομάδας είναι ο έλεγχος της δυνατότητας ανίχνευσης και ταυτοποίησης και των άλλων δύο παθογόνων βακτηρίων απευθείας σε μολυσμένους ιστούς ψαριών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Hong G.E, D.G Kim, J.Y Bae, S.H Ahn, S.C Bai and I.S Kong, 2007. Species-specific PCR detection of the fish pathogen, *Vibrio anguillarum*, using the *amiB* gene, which encodes N-acetylmuramoyl-L-alanine amidase. *FEMS Microbiol Lett* 269: 201-206.
- Di Pinto A., G. Ciccarese, G. Tantillo, D. Catalano and V.T. Forte, 2005. A collagenase-targeted multiplex PCR assay for identification of *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio cholerae*, and *Vibrio parahaemolyticus*. *J. Food Prot* 68: 150-153.
- Ludwig W., 2007. Nucleic acid techniques in bacterial systematics and identification. *Int J Food Microbiol* 120: 225-236.
- Osorio C.R., A.E. Toranzo, J.L. Romalde and J.L Barja, 2000. Multiplex PCR assay for *ureC* and 16S rRNA genes clearly discriminates between both subspecies of *Photobacterium damsela*. *Dis Aquat Org* 40: 177-183.
- Settanni L. and A. Corsetti, 2007. The use of multiplex PCR to detect and differentiate food- and beverage-associated microorganisms: A review. *J Microbiol Methods* 69: 1-22.
- Staley J.T. and N.R. Krieg, 1989. Classification of prokaryotic organisms: an overview. In: Williams S.T., M.E. Sharpe and J.G. Holtz (eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol. 4. Williams and Wilkins, Baltimore, MD, pp 2299-2306.

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΧΙΝΟΥ *Paracentrotus lividus* (LAMARCK 1816) ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΛΥΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Π.Α. Πανταζής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής, Εργαστήριο Ιχθυολογίας & Ιχθυοπαθολογίας Τρικάλων 224, Τ.Θ. 43100 Καρδίτσα
Τηλ 24410 66020, Κινητό 6974613149, E-mail: ppantazis@vet.uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από το 2001 έως σήμερα, διερευνήθηκε η δυνατότητα εκτροφής του αχινού *P. lividus* στον Ελληνικό χώρο, σε συνθήκες πολυκαλλιέργειας.

Υπό-ενήλικα άτομα *P. lividus* (βάρους 23,94±8,51g, διαμέτρου 39,17±5,45mm) διατηρήθηκαν για 123 μέρες σε σύστημα εκτροφής (long-line) μυδιών *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1797). Παρά την έλλειψη χορήγησης τεχνητής τροφής, οι αχινοί διατήρησαν το ολικό τους βάρος και παρουσίασαν χαμηλή θνησιμότητα (5%). Όσον αφορά την διαθρεπτική σύσταση των γονάδων, παρατηρήθηκε μείωση (6%) των πρωτεϊνών και μικρή αύξηση του λίπους (1,3%) και των υδατανθράκων (2,25%) που πιθανόν να οφείλεται στη παρουσία οργανικής ύλης και φυτοπλαγκτού / ζωοπλαγκτού που ευνόησαν την ανάπτυξη εδραίων οργανισμών στα καλάθια διατήρησης των αχινών.

Η διατήρηση υπό-ενηλίκων (διαμέτρου <40mm) και ενηλίκων (διαμέτρου >40mm) ατόμων *P. lividus* σε περιβάλλον πλωτών ιχθυοκλωβών για χρονικό διάστημα 3 μηνών, ανέδειξε την προσαρμοστικότητα των αχινών στις συνθήκες εκτροφής ευρύαλων ψαριών στον Ελληνικό χώρο. Στις συνθήκες αυτές οι αχινοί κατανάλωσαν χωρίς πρόβλημα, τροφές που χρησιμοποιούνται για την διατροφή ευρύαλων ψαριών και αύξησαν το ολικό τους βάρος και το βάρος της γονάδας τους. Χαμηλή θνησιμότητα (1-1.5%) παρουσίασαν μόνο τα άτομα αχινού που διατηρήθηκαν σε πλήρη ασιτία (μάρτυρες). Επίσης βελτιώθηκε και το χρώμα των γονάδων (77%-100%).

Ως εκ τούτου, ο αχινός *P. lividus* ευδοκimei σε συνθήκες πολυκαλλιέργειας (μύδια / ευρύαλα ψάρια) και είναι σε θέση να συνεισφέρει στην αιφορία των υδατοκαλλιεργητικών συστημάτων, μέσω συστημάτων πολυκαλλιέργειας.

CULTURE PERSPECTIVES OF THE SEA URCHIN *PARACENTROTUS LIVIDUS* (LAMARCK 1816) IN GREECE IN A POLYCULTURE ENVIRONMENT

P.A. Pantazis

University of Thessaly, School of Health Sciences, Department of Veterinary Sciences, Laboratory of Ichthyology & Fish Diseases, 224 Trikalon str, P.O.Box 199, Gr-43100, Karditsa, GREECE.
Tel +30 24410 66020, Mob +30 6974613149, E-mail: ppantazis@vet.uth.gr

ABSTRACT

Since 2001, the culture potential of the sea urchin *P. lividus* in polyculture systems, has been investigated in Greek territorial waters.

Sub-adults *P. lividus* (weight $23,94 \pm 8,51$ g, diameter $39,17 \pm 5,45$ mm) have been retained for 123 days, in a mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1797) long-line rearing system. Despite the lack of artificial diet, sea urchins kept their total weight unchanged and experienced low mortality rates (5%). Gonads have lost 6% of their protein content, while a small increase has been observed in their lipid (1,3%) and carbohydrate (2,25%) content. These findings can be attributed to the presence of water organic matter and phyto- / zoo-plankton which supported the development of sedentary organisms in the suspended sea-urchin baskets.

Sub-adults (diam <40mm) and adults (diam >40mm) *P. lividus* have been retained for a three-month period in finfish cages. Sea urchins have consumed well finfish pellets and increased their total weight and gonad weight. Low mortalities (1-1.5%) have been observed in the sea urchins of the control treatment (starved), while the gonad colour of all treatments has been improved (77%-100%).

It is therefore obvious that the sea urchin *P. lividus* lives well in poly-culture systems (mussels, finfish) and can contribute substantially to the development of sustainable aquaculture systems.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την τελευταία 20ετία ο εδώδιμος αχινός *Paracentrotus lividus* (Lamarck 1816) έχει αποσπάσει το ενδιαφέρον μεσογειακών και δυτικο-ευρωπαϊκών λαών καθώς και κατοίκων της βορειο-αφρικανικής ηπείρου που διαβιούν στην παράλια ζώνη της νότιας Μεσογείου. (Sellem et al. 2000).

Ο αχινός αυτός απαντάται σχεδόν σε όλη την ελληνική παράλια ζώνη (βορειο-δυτικό Ιόνιο έως βορειο-ανατολικό Καρπάθιο πέλαγος (Pancucci-Papadopoulou 1996). Στην Ελλάδα η εδώδιμη και εμπορική αξία του αχινού διαφοροποιείται ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή. Οι αχινοί είναι ιδιαίτερα περιζήτητοι στη Κρήτη και τα Δωδεκάνησα και ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όπου και ασκείται ιδιαίτερη αλιευτική πίεση στους ντόπιους πληθυσμούς του αχινού οι οποίοι και σταδιακά μειώνονται. Ως εκ τούτου η ανάγκη για καθετοποιημένη εκτροφή του είδους γίνεται μέρα με την μέρα πιο επιτακτική.

Η παρούσα εργασία περιγράφει πρόσφατες προσπάθειες που έγιναν στον Ελληνικό χώρο για την διερεύνηση εκτροφής αχινού σε συνθήκες πολυκαλλιέργειας (πλωτοί ιχθυοκλωβοί – πλωτή μυδοκαλλιέργεια τύπου long-line).

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Πολυκαλλιέργεια σε πλωτή μυδοκαλλιέργεια τύπου long-line

Πενήντα έξι υπό-ενήλικα άτομα *P. lividus* (βάρους $23,94 \pm 8,51$ g, διαμέτρου $39,17 \pm 5,45$ mm) διατηρήθηκαν για 123 μέρες σε σύστημα εκτροφής (long-line) μυδιών *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1797). Τα άτομα αυτά διαμοιράστηκαν τυχαιοποιημένα σε καλάθια (45cmX30cmX20cm) τα οποία αναρτήθηκαν μεταξύ των αρμαθιών της πλωτής μυδοκαλλιέργειας σε βάθος 2-3m από την επιφάνεια και 6-7m από τον πυθμένα. Δεν έγινε παροχή τροφής καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος ενώ έγιναν και τέσσερις δειγματοληψίες όπου καταμετρήθηκαν τα σωματομετρικά στοιχεία των αχινών. Οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού καταμετρήθηκαν σε δύο χαρακτηριστικά σημεία της πλωτής μυδοκαλλιέργειας και με μεθόδους όπως

περιγράφονται στο APHA (1995). Στα ίδια σημεία έγινε και προσδιορισμός της θολότητας του νερού με δίσκο Secchi. Έγινε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού καθώς και μέτρηση της Chl-a σε τρία χαρακτηριστικά σημεία της πλωτής μυδοκαλλιέργειας. Στην αρχή και στο τέλος του πειράματος έγινε προσδιορισμός της διατροφικής αξίας των γονάδων (AOAC 2000) καθώς και προσδιορισμός του γοναδοσωματικού δείκτη GSI =(βάρος γονάδας /ολικό βάρος σώματος)X100 (Lawrence et al. 1965).

Πολυκαλλιέργεια σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς

Διακόσια σαράντα ενήλικα (διαμέτρου>40mm) και υπό-ενήλικα (διαμέτρου 10-40mm) άτομα αχινού διαχωρίστηκαν σε δύο βασικές ομάδες με βάση την διάμετρο τους (Grosjean et al. 1998). Κάθε ομάδα χωρίστηκε σε δύο υπό-ομάδες, την ομάδα 'διατροφής' και τον 'μάρτυρα'. Δεκαπέντε άτομα από κάθε υπό-ομάδα θανατώθηκαν με σκοπό την εκτίμηση γοναδικού βάρους και γοναδοσωματικού δείκτη (GSI). Τα άτομα των τεσσάρων υπό-ομάδων (Πίνακας 1) τυχαιοποιήθηκαν σε καλάθια (0.5mX0.5mX0.3m) τα οποία και αναρτήθηκαν σε βάθος 3m κάτω από τους διαδρόμους των ιχθυοκλωβών. Η πυκνότητα τοποθέτησης στα καλάθια ήταν περίπου 1,5kg.m⁻² για τα υπό-ενήλικα και 2,5kg.m⁻² για τα ενήλικα άτομα. Τα καλάθια τοποθετήθηκαν στις τέσσερις γωνίες της συστοιχίας ιχθυοκλωβών (βορειοανατολική -18m συνολικό βάθος, βορειοδυτική-10m συνολικό βάθος, νοτιοανατολική -30m συνολικό βάθος, νοτιοδυτική -30m συνολικό βάθος). Τα υποβρύχια επικρατούντα ρεύματα στην περιοχή είχαν κατεύθυνση ΒΑ -> ΝΔ, η πυκνότητα εκτροφής των ευρύαλων ψαριών ήταν περίπου 15kg.m⁻³ και η συνολική ετήσια παραγωγή 500 τόνοι.

Τα άτομα των ομάδων 'διατροφής' ετράφηκαν καθόλη την διάρκεια του πειράματος με ιχθυοτροφή ευρύαλων ψαριών διαμέτρου 3mm και με την εξής διατροφική αξία : ΟΑ 45%, ΟΛΟ 12%, ΙΟ 2,5%, Τέφρα 8%, ΕΝΕΟ 24,5%, Υγρασία 8%. Το επίπεδο διατροφής ήταν περίπου 4.0g⁻¹ Ζ.Β.ημερησίως (Fernandez & Caltagirone, 1994). Τα άτομα των ομάδων 'μάρτυρας' παρέμειναν σε ασιτία καθόλη την διάρκεια του πειράματος (1 Ιουνίου – 30 Αυγούστου).

Φυσικοχημικές και βιολογικές παράμετροι του νερού προσδιορίστηκαν σε δύο σημεία της συστοιχίας ιχθυοκλωβών (βορειοανατολική γωνία-ΒΑΓ και βορειοδυτική γωνία-ΒΔΓ) σε βάθος 2-3m από την επιφάνεια και με μεθόδους παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα της πλωτής μυδοκαλλιέργειας και όπως περιγράφονται παρακάτω για φυτοπλαγκτόν και χλωροφύλλη.

Πίνακας 1. Πειραματικές ομάδες στους ιχθυοκλωβούς και σωματομετρικά χαρακτηριστικά τους *

Ομάδες	Διάμετρος (mm)	Νωπό βάρος (g)	Βάρος γονάδας(g)	GSI (%)
ΕΔΑ ¹	43.37 ^a (± 3.49)**	38.45 ^b (± 11.67)	0.49 ^b (±0.33)	1.41 ^b (± 1.18)
ΕΔΤ ²	44.19 ^a (± 3.16)	40.40 ^a (± 2.46)	0.89 ^a (± 0.48)	2.22 ^a (± 1.19)
ΕΜΑ ³	42.83 ^a (± 3.49)	39.50 ^b (± 9.8)	0.48 ^b (±0.24)	1.31 ^b (±0.81)
ΕΜΤ ⁴	42.97 ^a (± 3.48)	36.74 ^c (± 3.86)	0.34 ^c (±0.22)	0.96 ^c (± 0.64)
ΥΠΕΔΑ ⁵	34.89 ^b (±2.89)	19.78 ^e (±3.57)	1.66 ^e (±0.29)	8.75 ^d (±2.50)
ΥΠΕΔΤ ⁶	35.13 ^b (±3.43)	22.45 ^d (±4.55)	1.98 ^d (±0.45)	9.11 ^d (±2.78)
ΥΠΕΜΑ ⁷	34.18 ^b (±3.37)	19.90 ^e (±2.94)	1.66 ^e (±0.32)	8.61 ^d (±2.45)
ΥΠΕΜΤ ⁸	34.50 ^b (±2.70)	17.97 ^f (±2.78)	1.25 ^f (±0.31)	7.19 ^e (±1.99)

1. Ενήλικα 'διατροφής' στη αρχή του πειράματος
2. Ενήλικα 'διατροφής' στο τέλος του πειράματος
3. Ενήλικα 'μάρτυρας' στην αρχή του πειράματος
4. Ενήλικα 'μάρτυρας' στο τέλος του πειράματος
5. Υπό-ενήλικα 'διατροφής' στην αρχή
6. Υπό-ενήλικα 'διατροφής' στο τέλος του πειράματος
7. Υπό-ενήλικα 'μάρτυρας' στην αρχή
8. Υπό-ενήλικα 'μάρτυρας' στο τέλος του πειράματος

* Αριθμοί στην ίδια στήλη και με τον ίδιο εκθέτη δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί ($P > 0.05$)

** Αριθμοί στην παρένθεση δείχνουν την Τυπική Απόκλιση / $n = 60$ εκτός για Βάρος Γονάδας και GSI όπου $n = 15$ στην αρχή του πειράματος και $n = 45$ στο τέλος του πειράματος.

Ανάλυση φυτοπλαγκτόν και μέτρηση χλωροφύλλης

Για την ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτόν τα δείγματα στερεοποιήθηκαν σε διάλυμα Lugol και παρατηρήθηκαν σε ανάστροφο μικροσκόπιο ZEISS μετά από καθίζηση σε θαλάμους Kolkwitz 25ml για 24 hrs. Για την ποιοτική ανάλυση φυτοπλαγκτόν τοποθετήθηκαν 250 ml του συλλεχθέντος δείγματος νερού σε θρεπτικό υλικό Walne (1966). Οι χλωροφύλλη και οι άλλες χρωστικές προσδιορίστηκαν με την μέθοδο της ακετόνης όπως περιγράφεται από τους Parsons et al. (1984) και για λόγους σύγκρισης εκτιμήθηκαν υπολογιστικά και με άλλες μεθόδους (Jeffrey & Humphrey 1975; Holm-Hansen et al., 1965; Lorenzen 1967; UNESCO 1966).

Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πακέτο SPSS και το t-test στη περίπτωση του πειράματος στην πλωτή μυδοκαλλιέργεια, ενώ στη περίπτωση του πειράματος στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς χρησιμοποιήθηκαν τα tests Student-Newman-Keuls και Tukey-HSD.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πολυκαλλιέργεια σε πλωτή μυδοκαλλιέργεια τύπου long-line

Τα επίπεδα οξυγόνου στο βάθος των καλαθιών ήταν 6,7-7,0ppm. Η θερμοκρασία νερού στην πειραματική περιοχή και στο βάθος των καλαθιών, μειώθηκε σταδιακά από τους 22,5°C στους 12°C. Εν τούτοις τα βάρη των αχινών και των γονάδων τους όχι μόνο παρέμειναν σταθερά αλλά έδειξαν και μια ανοδική τάση που όμως δεν αξιολογήθηκε στατιστικά ως σημαντική (Πίνακας 2), ενώ η θνησιμότητα που παρατηρήθηκε ήταν χαμηλή (5%).

Πίνακας 2. Εξέλιξη σωματομετρικών χαρακτηριστικών στις ομάδες της πλωτής μυδοκαλλιέργειας

Ημέρα	Διάμετρος (mm)	Ολικό Βάρος (g)	Βάρος Γονάδας (g)	Γοναδ/τκόσ δείκτης (GSI)
D-0	40,44±3,09a *	25,54±6,73a	1,29±0,76a	5,41±3,88a
D-123	38,92±2,61a	25,01±4,30a	3,07±1,23a	12,50±5,98a

* Αριθμοί στην ίδια στήλη και με τον ίδιο δείκτη δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί ($P > 0.05$)

Η αγωγιμότητα του νερού κυμάνθηκε μεταξύ 48.900-49.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (στους 25°C), η ολική σκληρότητα μεταξύ 380-390 dH, η διαφάνεια του νερού διατηρήθηκε σε καλά επίπεδα (δίσκος Secchi 4,5-6,3m), τα νιτρικά < 2,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ενώ η

αμμωνία και τα νιτρώδη ήταν $<0.03 \text{ mg.L}^{-1}$. Ο λόγος N/P $>5,0$ και οι τιμές της Chl-a διακυμάνθηκαν μεταξύ $0,035$ και $0,35 \text{ } \mu\text{g. L}^{-1}$. Στη φυτοπλαγκτονική βιομάζα επικρατούσαν τα διάτομα (80%) σε σχέση με τα δινοφύκη (20%). Η σταθερότητα του γοναδο- / σωματικού βάρους (παρά την μείωση της θερμοκρασίας) και η υψηλή επιβίωση του πληθυσμού των αχινών καταδεικνύουν ότι δεν επηρεάστηκαν αρνητικά από το oligοτροφικό / μεσοτροφικό περιβάλλον της μυδοκαλλιέργειας. Η ανάλυση της σάρκας των γονάδων (Πίνακας 3) στην αρχή και στο τέλος του πειράματος έδειξε μία πτώση (κατά 6%) της πρωτεϊνικής τους σύστασης και μία μικρή αύξηση (κατά 1,3%) του λίπους και των υδατ/θράκων (κατά 2,5%) που πιθανόν να οφείλεται στη παρουσία οργανικής ύλης και φυτοπλαγκτού / ζωοπλαγκτού που ευνόησαν την ανάπτυξη εδραίων οργανισμών στα καλάθια διατήρησης των αχινών.

Διαθρεπτική αξία γονάδων	D-0	D-123
ξηρή ουσία	21,5	22
Πρωτεΐνες	56,28	50
Λιπαρά	10,7	12
Υδατάνθρακες	12,51	14,76
Τέφρα	20,47	23,2
ενέργεια Kcal/100g	371,63	385

Πίνακας 3. Διαθρεπτική αξία γονάδων στην αρχή και το τέλος του πειράματος στην πλωτή μυδοκαλλιέργεια

Πολυκαλλιέργεια σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς

Η θερμοκρασία νερού στην πειραματική περιοχή και στο βάθος των καλάθιων, εξελίχθηκε ως εξής: Ιούνιος 20.5°C , Ιούλιος 23.5°C , Αύγουστος 25°C . Η αγωγιμότητα του νερού κυμάνθηκε μεταξύ $62.200-62.250 \text{ } \mu\text{S.cm}^{-1}$ (στους 25°C), η ολική σκληρότητα μεταξύ $392-395^{\circ}\text{dH}$, τα νιτρικά μεταξύ $2,81-2,92 \text{ mg.L}^{-1}$ ενώ η αμμωνία και τα νιτρώδη ήταν $<0.02 \text{ mg.L}^{-1}$. Ο Πίνακας 4 απεικονίζει την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση φυτοπλαγκτόν στα σημεία δειγματοληψίας ενώ ο Πίνακας 5 απεικονίζει την συγκέντρωση χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών στα σημεία δειγματοληψίας.

Πίνακας 4. Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτόν στα σημεία δειγματοληψίας (n=2).

	BAΓ	BAΓ
Συνολικός αριθμός κυττάρων. L^{-1} *	1,493,154 (100)	2,122,407 (100)
<i>Tetraselmis</i> spp.	320,616 (21.5)	668,009 (31.5)
Άλλα <i>Chlorophyta</i> and <i>Chlorella</i> spp.	659,553 (44.2)	1,107,711 (52.2)
<i>Cyanophyta</i>	73,284 (4.9)	101,470 (4.8)
<i>Diatoms</i>	27,481 (1.8)	8,456 (0.4)
<i>Dinoflagellates</i>	27,481 (1.8)	42,279 (2.0)
Μη προσδιορισθέντα	384,739 (25.8)	194,484 (9.2)

* Ποσοστά σε παρένθεση

Δεν παρατηρήθηκαν θνησιμότητες στις ομάδες ‘διατροφής’ ενώ η θνησιμότητα στις ομάδες ‘μάρτυρας’ ήταν μικρές (1-1.5%) συγκριτικά με αυτές που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενες αντίστοιχες περιπτώσεις (Grosjean et al. 1998; Kelly et al. 1998). Η διάμετρος των αχινών όλων των υπό-ομάδων δεν άλλαξε (Πίνακας 1). Εν τούτοις παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα εξής (Πίνακας 1): α) όλες οι υπό-ομάδες ‘διατροφής’ πήραν βάρος ενώ οι αντίστοιχες του ‘μάρτυρα’ έχασαν βάρος β) το γοναδικό βάρος όλων των υπό-ομάδων ‘διατροφής’ αυξήθηκε, ενώ το γοναδικό βάρος όλων των υπό-ομάδων ‘μάρτυρα’ μειώθηκε γ) εκτός των ομάδων των υπό-ενηλίκων, οι γοναδο-σωματικοί δείκτες (GSI) όλων των υπό-ομάδων ‘μάρτυρα’ αυξήθηκαν μέχρι την λήξη του πειράματος.

Πίνακας 5. Συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών στα σημεία δειγματοληψίας

Δείγμα	Χλωροφύλλες -Chl $\mu\text{g l}^{-1}$			Ratio	Χρωστικές $\mu\text{g l}^{-1}$	
	A	β	γ ($\gamma_1+\gamma_2$)	Chl-a: β	Καροτενοειδή	Pheophytin-a
BAΓ	0.073 ¹	0.092 ¹	0.109 ¹	0.79:1 ¹	-0.03 ¹	-
	0.00 ²	-	-	-	-	0.13 ²
	0.082 ³	0.063 ³	0.360 ³	1:1.3 ³	0.03 ³	0.03 ³
	0.082 ⁴	0.054 ⁴	0.348 ⁴	1:1.5 ⁴	-	-
BAΓ	0.764 ¹	0.493 ¹	1.077 ¹	1.55:1 ¹	-0.13 ¹	-
	0.670 ²	-	-	-	-	0.20 ²
	0.745 ³	0.589 ³	2.273 ³	1.26:1 ³	0.23 ³	0.23 ³
	0.730 ⁴	0.563 ⁴	2.639 ⁴	1.30:1 ⁴	-	-

¹ Jeffrey & Humphrey, 1975 ² Holm-Hansen et al., 1965; Lorenzen, 1967 ³ Parsons & Strickland, 1968

⁴ UNESCO, 1966

Η στασιμότητα της διαμέτρου σε όλες τις υπό-ομάδες ήταν αναμενόμενη λόγω της περιορισμένης χρονικής έκτασης του πειράματος και παρά την υψηλή πρωτεϊνική και ενεργειακή σύσταση της τροφής που όμως ευνόησε την αύξηση των γονάδων. Όλα αυτά επιβεβαιώνουν και συμφωνούν με παλαιότερα πειραματικά δεδομένα για το είδος (Fernandez & Boudouresque 2000, Pantazis et al. 2000). Οι ευρεθείσες τιμές αμμωνίας, νιτρωδών και νιτρικών ήταν σαφώς χαμηλότερες από τα όρια ασφαλείας για το είδος (Basuyaux & Mathieu 1999). Η αυξημένη φυτοπλαγκτονική βιομάζα (Πίνακας 4), ο λόγος N/P =1.97-5.15, αλλά και οι αυξημένες συγκεντρώσεις pheophytin-a (=έντονη ζωοπλαγκτονική δράση) καταδεικνύουν μία μεσοτροφική κατάσταση στη περιοχή με ευκαιριακές αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων και πιθανές εποχιακές εξάρσεις *Cyanophyta*. Ως εκ τούτου είναι πιθανή η εποχιακή εμφάνιση ευτροφικών φαινομένων στη περιοχή σε συνδυασμό με την εμφάνιση ανοξικού ιζήματος και έκλυση υδροθείου και μεθανίου. Εν τούτοις, λόγω της αυξημένης βιομάζας φυτοπλαγκτόν-ζωοπλαγκτόν, οι εδραίοι οργανισμοί που αναπτύχθηκαν στα καλάθια των αχινών είναι πιθανόν να συνέβαλαν (ως διατροφικό υπόστρωμα) στην χαμηλή θνησιμότητα των υπό-ομάδων ‘μάρτυρα’.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πειραματικοί πληθυσμοί του *P. Lividus* κατέδειξαν ότι τα υπό-ενήλικα και τα ενήλικα άτομα του είδους, έχουν την δυνατότητα εγκλιματισμού στα περιβάλλοντα εκτροφής ευρύαλων ψαριών και μυδιών σε πλωτές εγκαταστάσεις στην θάλασσα χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην επιβίωση και αύξηση τους. Επί πλέον η ανάπτυξη εδραίων οργανισμών στις κατασκευές εκτροφής λόγω του μεσοτροφικού και ευκαιριακά ευτροφικού περιβάλλοντος εκτροφής στις ελληνικές συνθήκες, είναι δυνατόν να ωφελήσει την επιβίωση των αχινών λόγω χρησιμοποίησης των εδραίων οργανισμών ως διατροφικού υποστρώματος των αχινών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, Virginia, USA, 17th Edition, 1300p.
- APHA (American Public Health Association) 1995. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th ed., AWWA, WEF, Washington, D.C.
- Basuyaux O., M. Mathieu, (1999). Inorganic nitrogen and its effect on growth of the abalone *Haliotis tuberculata* (Linnaeus) and the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck). *Aquaculture* 174 (1-2): 95-107.
- Fernandez C, A. Caltagirone, (1994). Growth rate of adult sea urchins *Paracentrotus lividus* in a lagoon environment: the effect of different diet types. Pp. 655-660. In: David B, Guille A, Feral JP, Roux M (eds). *Echinoderms through Time*. Balkema, Rotterdam.
- Fernandez C., C.F. Boudouresque, (2000). Nutrition of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata : Echinoidea) fed different artificial food. *Mar. Ecol. Prog. Ser* 204: 131-141.
- Grosjean P., C. Spirlet, P. Gosselin, D. Vaitilingon, M. Jangoux, (1998). Land-based, closed-cycle echiniculture of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinoidea: Echinodermata): a long-term experiment at a pilot scale. *Journal of Shellfish Research* 17(5): 1523-1531.
- Jeffrey S.W., G.F. Humphrey, (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochimie und Physiologie der Pflanzen* 167: 191-194.
- Holm-Hansen O., C.J. Lorenzen, R.W. Holmes, J.D.H. Strickland, (1965). Fluorometric determination of Chlorophyll. *Journal du Conseil Permanent International Pour L'Exploration de la Mer* 30(1): 3-15.
- Kelly M.S., C.C. Brodie, J.D. McKenzie, (1998). Somatic and gonadal growth of the sea urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin) maintained in polyculture with the Atlantic salmon. *Journal of Shellfish Research* 17 (5): 1557-1562
- Lawrence, J. M., A. L. Lawrence, N. D. Holland, (1965). Annual cycle in the size of the gut of the purple sea urchins *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Nature* 205 (4977):1238-1239.
- Lorenzen C.J., (1967). Determination of Chlorophyll and Phaeopigments : Spectrophotometric Equations. *Limnology and Oceanography*, 12: 343-346.
- Pancucci-Papadopoulou M.A., (1996). The echinodermata of Greece. *Hellenic Zoological Society*, Athens, Greece. p162
- Pantazis P., M.S. Kelly, J.G. Connoly, K.D. Black, (2000). The effect of artificial diets on growth, lipid utilisation and gonad biochemistry of the Adult Sea Urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin). *J. Shellfish Res.* 19 (2): 995-1001.
- Parsons T.R., Y. Maita, C.M. Lalli, (1984). A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. *Pergamon Press Ltd.*, Oxford, England, p173
- Sellem F., H. Langar, D. Pesando, (2000). Age et croissance de l'oursin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata-Echinoidea) dans le golfe de Tunis (Méditerranée). *Oceanologica Acta* 23 (5) : 607-613.
- UNESCO (1966) Determinations of photosynthetic pigments in seawater. Rep. SCOR/UNESCO WG 17, UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodol., 1, Paris.

BIOLOGICAL AND ECONOMIC OVERFISHING FOR POPULATION MODELS

Leonidas A. Petrakis

Perdikari 20, 50100, Kozani, Greece e-mail: leonidas_petrakis@hotmail.com

ABSTRACT.

During the last decades models have been created to achieve the description and the representation of phenomena and biological populations. These models are often a mathematical equation or a system of mathematical equations which connects the unknown or the wanted variable or function with the known quantities. This article deals with the modeling of fish populations and examines analytically some interesting aspects of harvesting in such a population. It also gives a direct link between harvesting and finance and in addition looks at the numerical approach of the whole problem for a more complete and spherical view.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΥΠΕΡΑΛΙΕΥΣΗ ΓΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Λεωνίδας Α. Πετράκης

Περδικάρη 20, 50100, Κοζάνη Ελλάς e-mail: leonidas_petrakis@hotmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών μοντέλα έχουν αναπτυχθεί με στόχο την περιγραφή και την αναπαράσταση των φυσικών φαινομένων και των βιολογικών πληθυσμών. Αυτά τα μοντέλα συχνά είναι μαθηματικές εξισώσεις ή ένα σύστημα μαθηματικών εξισώσεων που συνδέουν την άγνωστη ή τη ζητούμενη μεταβλητή ή λειτουργία με γνωστές ποσότητες. Αυτή η εργασία παρουσιάζει ένα μοντέλο των πληθυσμών των ψαριών και εξετάζει αναλυτικά μερικές ενδιαφέρουσες πτυχές της αλιείας αυτών των πληθυσμών. Δίνει επίσης μια άμεση σχέση ανάμεσα στην αλιεία και την οικονομία και επιπρόσθετα εισέρχεται στα αριθμητικά δεδομένα του όλου προβλήματος για μια πλέον ολοκληρωμένη και σφαιρική άποψη.

1. Introduction

A population is a group of organisms of the same species (fishes in this case) that live in a particular area. The number of organisms in a population changes over time because of births, deaths, emigration, immigration and some outside factors. Of course, births and immigration for example increase the size of the population, on the other hand deaths and emigration for example decrease its size. The increase in the number of organisms in a population is mentioned as population growth. There are factors that can help populations grow and others than can slow down populations from growing. Factors that limit population growth are called limiting factors.

A model is simply a system of organisms, information or things presented as a mathematical description of an entity.

Thus Population Models are approximations of reality described by mathematical formulae (differential equations for example) or computer programs and packages. Population Models are usually created and developed to predict the behaviour of ecological systems and biological populations. As it can be observed Population Models

can be very useful and interesting, because they “represent” reality and some specific data and because they are capable, in many occasions, to give accurate and precise estimates that can help human mind to predict the future of a population and to compare the results gained with similar results from other models or from different populations.

2. Harvesting in Population Models

Let N be a measure of the population. In the total absence of harvesting it increases at a rate $\frac{dN}{dt} = F(N, t)$ (2.1)

The simplest population model is given by $F = rN$ (2.2)

where r is a constant that represents the net growth rate per unit of population. The solution of this simple model is $N(t) = N_0 e^{rt}$ (2.3)

which is clearly unrealistic and not precise, because the fish population grows exponentially and very fast without bound. This uncontrolled increase causes overcrowding at the population and creates problems of course. Equation (2.1) is better known as the Malthusian Law of population growth. If we change a little this equation and add a competition term (proportional to N) then

$$N' = (a - bN)N = aN - bN^2 \quad (2.4)$$

which is known as the Logistic equation.

2.1 The Logistic Equation

Let us suppose that $x(t)$ denotes the size of a biological population at time t and $x'(t)$ denotes the increase in the population. The carrying capacity K of the biological environment is the maximum population that the environment can stand. If the population equals this carrying capacity then the deaths among the population become more than the births and the population can not grow any more. Let us suppose that a is the (positive) birth rate, which is not dependent of N and b is the (positive) crowding coefficient which depends on the carrying capacity of the population. So we can rewrite

equation (2.4) as $x'(t) = a \left(1 - \frac{x(t)}{K} \right) x(t)$ (2.5)

where $\frac{a}{K} = b$.

2.2 Properties of the Logistic equation

Equation (2.5) has equilibrium points when $x'(t) = 0$, that is when $x' = 0$ and $x' = K$. Thus if $0 < x < K$ gives $x' > 0$ and if $x > K$ gives $x' < 0$. Therefore it is observed that the point $x' = 0$ is unstable since any positive initial population will increase monotonically and try to reach $x = K$. On the other hand, the point $x' = K$ is asymptotically stable since if there is a small displacement from the point, the population will tend again towards it.

2.3 Harvesting

The removal of a constant number of individuals from a population during each time period is known as harvesting (or fishing). Harvesting has a strong impact on the dynamic progress of an ecological population subjected to it. Harvesting, of course depends on the crop and the methods of harvesting vary from occasion to occasion. Harvesting, most of the times, results to supply food for humanity as well as to help populations of organisms to become more healthy and stable [7].

The logistic equation as it was mentioned has the form $x' = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right)$ (2.6)

where r is the intrinsic growth rate, K is the environmental carrying capacity, x is the population of organisms and x' is the growth in this population. But as we know the biological populations are usually disturbed by a lot of factors and one of these factors is harvesting as well. Harvesting can have either a constant rate or a rate proportional to the population size [5].

Now let us assume that a population described by the equation (2.6) is subjected to harvesting at a rate $h(t)$. Then $x'(t) = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) - h(t)$ (2.7)

2.4 Harvesting Rate Proportional to the Population Size

If $h(t) = Ex$, that means that when the harvesting rate is proportional to the population (where E is the harvesting effort) then $x'(t) = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) - Ex$ (2.8)

It is very important to examine and find the maximum sustainable yield, which means to find the value of the yield (of harvesting) for which (2.8) has an equilibrium point (steady state) but at the same time the yield gets its larger value. That means that the optimal harvesting effort is $E^* = \left(\frac{1}{2}\right)r$ (2.9)

which means that the optimal harvesting effort is equal to half of the births in the population. Thus the corresponding optimal population is $x^* = \left(\frac{1}{2}\right)K$ (2.10)

Thus the corresponding maximum sustainable yield is $h^* = E^* x^* = \left(\frac{1}{4}\right)Kr$

2.5 Time Periodic Logistic Equation

Now let us suppose that the logistic equation (2.6) has a periodic coefficient, which means that r and K are continuous periodic functions with respect to t . Thus it is true that $x' = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) \Rightarrow x' = rx \left(1 - \frac{x^\theta}{K}\right)$ (2.11)

where $\theta > 0$. The last equation depends on time.

2.6 Optimal Harvesting for Constant Harvesting of Time Periodic Logistic Equation

For the case of a time periodic logistic equation with harvesting it is

$$x' = rx \left(1 - \frac{x^\theta}{K} \right) - Ex \Rightarrow x' = (r - E)x - \left(\frac{r}{k} \right) x^{\theta+1} \quad (2.12)$$

$$\text{The yield now is given by the formula } Y(E) = Ex_E \quad (2.13)$$

where E is the harvesting effort and x_E is the steady state of the population of the species [1]. The optimal harvesting effort for equation (2.12) is known to be given by

$$E^* = \left(\frac{\theta}{\theta+1} \right) r, \text{ which implies a maximum yield } Y(E) = rK^{\frac{1}{\theta}} \frac{\theta}{(\theta+1)^{\frac{\theta}{\theta+1}}} \quad (2.14)$$

2.7 Optimal Harvesting Policy for Periodic Harvesting of Time Periodic Logistic Equation

It was stated that the yield for constant harvesting is given by the formula $Y(E) = Ex_E$. Now though there is periodic harvesting, so x_E is a periodic function and so the yield is

$$\text{given by the formula } Y(E) = \int_0^1 Ex_E dt \quad (2.15)$$

We have the equation $x' = rx - \frac{r}{K} x^{\theta+1} - Ex$, where E, r, K are 1-periodic,

$E, r, K > 0, \theta > 0$ and $\int_0^1 r(t) dt > \int_0^1 E(t) dt$. If now $\frac{\theta}{\theta+1} r - \frac{1}{\theta} \frac{K'}{K} \geq 0$, then the optimal

$$\text{harvesting effort is given by the formula } E(t) = \frac{\theta}{\theta+1} r - \frac{1}{\theta} \frac{K'}{K} \quad (2.16)$$

$$\text{and the optimal population is } x_E = K(t)^{\frac{1}{\theta}} \left[\frac{1}{(\theta+1)} \right]^{\frac{1}{\theta}} \quad (2.17)$$

$$\text{and then the optimal yield will be } Y(E) = \frac{\theta}{(\theta+1)^{\frac{\theta}{\theta+1}}} \int_0^1 rK^{\frac{1}{\theta}} dt \quad (2.18)$$

3. Financial Meaning of Fishing

3.1 The Open-Access Fishery

An open-access resource is a resource in which exploration is totally uncontrolled, that means that anyone can harvest the resource at any period of time. Land resources are usually controlled by private or governmental associations. Marine fisheries on the other hand are being protected and supervised by global regulations and laws. This happens in

order to prevent unlimited and bad quality fishing which can lead to extinction of some populations or to making some ecological systems unstable [4].

Now let us suppose that i) p is the constant price per unit of harvested biomass, ii) $Y(E)$ is the sustainable yield, iii) $TR = pY(E)$ is the total sustainable revenue resulting from the effort E , iv) $TC = cE$ is the total cost (where fishing costs are proportional to the effort expended and where c is the constant cost per unit of harvested biomass).

The difference between TR and TC is the sustainable economic rent which is given by the (fishery) resource for a given effort and is given by the formula $TR - TC = pY(E) - cE$ (3.1)

By equation (3.1), which is also known as Gordon's principal result, it can be seen that fishing effort tends to an equilibrium at a level $E = E_*$ at which total revenue equals total cost (that means that for E_* the curves TR and TC cross). E_* , for which we have equilibrium, is determined by

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right) - Ex = 0 \Rightarrow TR - TC = pEx - cE = 0 \Rightarrow E = E_* = r \left(1 - \frac{c}{pK} \right) \quad (3.2)$$

For the corresponding stock level of the population we get $x = x_* = \frac{c}{p}$ (3.3)

If $E > E_*$ then fishing costs exceed total revenues and that means that fishing is not profitable any more, so some fishermen seek other kind of employment, reducing the effort E .

If $E < E_*$ then total revenues exceed fishing costs and fishing effort E will increase since fishing is more and more profitable.

If finally $E = E_*$ then as mentioned total revenue equals total cost, which is not that desirable because when the fishery resource produces zero rent while a lot of effort is being consumed we see that fishing does not produce lots of benefits or the benefits that it could produce (economic overfishing). In addition, fishing without profit can lead to serious decrease of the biological population since the sustained yield is less than the maximum sustainable yield (biological overfishing) [8].

3.2 A Financial Model for Fishing

The sustainable economic rent which is given by the (fishery) resource for a given effort, when there are no costs, is $TR = pY(E) = pEx$ (3.4)

The sustainable economic rent which is given by the (fishery) resource for a given effort, when there are costs, is $TR - TC = pY(E) - cE = pEx - cE$ (3.5)

From equation (3.5) when $c = 0$ we get $TR - TC = pEx - 0 = pEx$, so there is again the case without costs. If now $c \neq 0$ then $TR - TC = pEx - cE = E(px - c)$, where p , c are constants. The logistic yield-effort equation is $\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) - Ex$

(3.6)

In this model, where costs are included, the goal is to maximize the profit, that means maximize profit = $TR - TC$. Thus $\frac{dx}{dt} = 0 \Rightarrow x \left[\left(r - \frac{rx}{K} \right) - E \right] = 0 \Rightarrow x = K \left(1 - \frac{E}{r} \right)$

Substituting this value for x into equation (3.5) gives

$$TR - TC = pEx - Ec \Rightarrow TR - TC = -\frac{pKE^2}{r} + (pK - c)E$$

(3.7)

$$\text{Differentiating (3.7) gives } (TR - TC)' = -\frac{2pK}{r}E + (pK - c) \quad (3.8)$$

Taking now $(TR - TC)' = 0$ the value of E for which we have a maximum profit will be found. Equation (3.8) gives $-\frac{2pK}{r}E + (pK - c) = 0 \Rightarrow E = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{c}{pK} \right)$ (3.9)

It is observed that the value of E for which there is a maximum profit is different from the value of $E_* = r \left(1 - \frac{c}{pK} \right)$ for which there is an equilibrium. Actually the value of E for which profit is maximized is half of the value of E_* . That means that the maximum of $TR - TC$ is reached before an equilibrium is reached and before revenues equal costs [6].

In addition, a comparison can be made with the case where there is no cost at all. As it was seen before, for the case where there is no cost, the optimal harvesting effort is $E^* = \left(\frac{\theta}{\theta + 1} \right) r$, which for $\theta = 1$ gives $E^* = \frac{1}{2} r$, which is equation (2.9).

From equation now (3.9) it is known that the harvesting effort for which there is a maximum profit is $E = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{c}{pK} \right)$. Taking $c = 0$ gives $E = \frac{r}{2}$, which is the optimal harvesting effort (E^*) in the “no cost” case. Thus the two cases are quite similar and it can be said that the case, where cost is included, is a generalization of the case without cost. Therefore, the ideal case would be to have and maintain a harvesting effort

$E = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{c}{pK} \right)$ for which the difference $TR - TC$ would be positive and maximum, so the profit would be the maximum possible one.

4. Numerical Approach of the Problem

4.1 Optimal Harvest Policy

The natural growth rate of a given fish population is denoted by $F(x)$ and the rate of harvest by $h(t)$, that means that $\frac{dx}{dt} = F(x) - h(t)$, $t \geq 0$ (4.1)

The harvest rate $h(t)$ is assumed to be determined by the current size of the stock $x = x(t)$ and the rate of the harvesting effort $E = E(t)$. That is $h = Q(E, x)$ (4.2)

The function $Q(E, x)$ which relates the two factors of production E and x to the rate of production $h(t)$, is named the production function for the given resource industry. Let us now suppose that the price p of the harvested resource is a fixed constant and also suppose that the cost c of a unit of effort is also constant. Thus the net economic revenue produced by an input of effort $E\Delta t$ is given by the formula

$$R\Delta t = [ph - cE]\Delta t = [pQ(E, x) - cE]\Delta t \quad (4.3)$$

Now let us assume that the aim of the owners of the fish populations is the maximization of the total discounted net revenues. If $\delta > 0$ is a constant denoting the continuous rate of discount, this aim can be expressed as maximizing

$$PV = \int_0^{+\infty} e^{-\delta t} R(x, E) dt = \int_0^{+\infty} e^{-\delta t} [pQ(E, x) - cE] dt \quad (4.4)$$

where PV is present value. According to the assumptions made, the owners of fish populations attempt to utilize a harvest rate h that leads to the largest possible value for the expression in equation (4.4). Equation (4.4) depends on the population level $x(t)$ as well, which is related to the harvest rate. The variables $x(t)$ and $h(t)$ must also satisfy the constraints $x(t) \geq 0$, $h(t) \geq 0$. Maximizing the expression in equation (4.4) subject to these conditions is a problem of optimal control theory [2]. Since $x' = F(x) - h(t)$, it is

$$h(t) = F(x) - x', \text{ thus } PV = \int_0^{+\infty} e^{-\delta t} [p(F(x) - x') - cE] dt .$$

It is observed that the integral has the form $\int_0^T \phi(t, x, x') dt$

$$\text{Also it is true that } PV = \int_0^{+\infty} [e^{-\delta t} (pF(x) - cE) + (-pe^{-\delta t})x'] dt$$

Setting $G(x, t) = e^{-\delta t} (pF(x) - cE)$ and $H(x, t) = -pe^{-\delta t}$ then

$$PV = \int_0^{+\infty} [G(x, t) + H(x, t)x'] dt \Rightarrow PV = \int_0^{+\infty} [G(x, t) + H(x, t)u] dt$$

Thus there is a linear variational problem.

The state equation $\frac{dx}{dt} = u$ or $x' = u$ is introduced. The Hamiltonian of this problem is $\text{Hamiltonian} = \text{Ham} = [G + Hu] + \lambda u = G + (H + \lambda)u$. According to the maximum principle of optimal control $u(t)$ must maximize the expression $\text{Hamiltonian} = \text{Ham} = G + (H + \lambda)u$. The switching function is $\sigma(t) = H(x, t) + \lambda(t)$

Along the singular path $\sigma(t) = 0$ it is true that $\sigma(t) = 0 \Rightarrow \lambda(t) = -H(x, t)$.

But $H(x, t) = -pe^{-\delta t}$, so $\lambda(t) = pe^{-\delta t}$. The corresponding singular control $u(t)$ can be found as follows. Differentiate $\sigma(t) = H(x, t) + \lambda(t)$ and get $\frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{\partial G}{\partial x}$

$$\text{But } \frac{d\sigma}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial G}{\partial x}$$

This equation establishes an implicit relationship between x and t . Any piecewise – smooth function $x^*(t)$ satisfying $\frac{\partial G}{\partial x} = \frac{\partial H}{\partial t}$ is called a singular solution.

$$\text{It is } G(x, t) = e^{-\delta t} [pF(x) - cE] \Rightarrow \frac{\partial G}{\partial x} = pe^{-\delta t} \frac{dF}{dx} \text{ and } H = -pe^{-\delta t} \Rightarrow \frac{\partial H}{\partial t} = p\delta e^{-\delta t}$$

$$\text{So } \frac{\partial G}{\partial x} = \frac{\partial H}{\partial t} \Rightarrow pe^{-\delta t} \frac{dF}{dx} = p\delta e^{-\delta t} \Rightarrow \frac{dF}{dx} = \delta \Rightarrow F(x) = \delta x + F(x_0) \quad (4.5)$$

So the Euler equations lead to this equation. Assume that x^* is the unique solution to equation $F(x) = \delta x + F(x_0)$. Given an initial population $x(0) = x_0$, the optimal harvest policy may then be described simply as follows. Utilize the harvest rate $h^*(t)$ that drives the population level $x = x(t)$ toward x^* as rapidly as possible. If h_{max} denotes the maximum feasible harvest rate, we then have i) if $x > x^*$ then $h^*(t) = h_{max}$, ii) if $x = x^*$ then $h^*(t) = F(x^*)$, iii) if $x < x^*$ then $h^*(t) = 0$, iv) if $x(0)$ is at a point A ($A > x^*$), then maximum-rate harvesting reduces x to x^* , v) if $x(0)$ is at a point B ($B < x^*$), then the fishery is closed ($h = 0$) until x increases to x^* .

It is very important to see that the optimal harvest policy results in an equilibrium yield rather than in some form of “pulse fishing” whereby the stock is fished heavily and then allowed to build up again [1].

4.2 The Effect of Discounting

It is $p(x) = (p - c)F(x)$, where $p(x)$ represents the sustainable economic rent at population level x . So $\frac{dp}{dx} = \delta \Rightarrow \frac{d}{dx} [(p - c)F] = (p - c)\delta \Rightarrow \frac{dp}{dx} = (p - c)\delta \quad (4.6)$

Equation (4.6) has a very significant marginal interpretation. Let us consider the equilibrium population level x as a decision variable. Then a very small decrease in x ($\Delta x = 1$) gives immediate net revenue $(p - c)\Delta x = p - c$

In addition, it gives a decrease in the sustained rent equal to $\Delta p = p'(x)\Delta x = p'(x)$. The present value of this loss of economic is given by the formula $\int_0^{+\infty} e^{-\delta t} p'(x) dx = \frac{1}{\delta} \frac{dp}{dx}$

(4.7)

Thus equation (4.6) contends that when x is optimal, the marginal immediate gain must equal the present value of the marginal future loss. From equation (4.6) two very interesting cases can be examined which occur for different values of δ . For $\delta = 0$ it is true that $\frac{dp}{dx} = (p - c)\delta \Rightarrow \frac{dp}{dx} = 0$.

This means that if $\delta = 0$ then equation (4.6) implies the maximization of $p(x)$. So when future revenues are not discounted relative to current ones, the optimal harvest policy has as a result the maximization of sustainable economic rent (or yield).

If now $\delta \rightarrow +\infty$ it is $x \rightarrow +\infty$ (assuming that $\frac{dp}{dx}$ is bounded), where $p = c(x_\infty)$ (4.8)

Therefore it is true that $p(x_\infty) = [p - c(x_\infty)]F(x_\infty) = 0 \Rightarrow p(x_\infty) = 0$ (4.9)

So it is observed that even when an infinite discount rate is adopted the fishing will be exploited at the same level of exploitation that would be achieved under open – access fishery conditions. So the effect of an infinite discount rate is to set a zero value on future revenues.

Thus it can be said that when the discount rate is equal to zero then there is a maximization of sustainable economic rent (or yield) and when the discount rate is infinite then there is a zero value for the future revenues [3].

REFERENCES

- [1] Luis H. R. Alvarez, *Optimal Harvesting Under Stochastic Fluctuations And Critical Depensation*, Mathematical Biosciences 152 (pages 63-85), 1998.
- [2] Luis H. R. Alvarez and Mats Gyllenberg and Larry A. Shepp, *Optimal Harvesting In The Presence Of Density-Dependent Extinction Probabilities*, Turku Centre For Computer Science/TUCS Technical Report No 431, 2001.
- [3] Leonard David Berkovitz, *Optimal Control Theory*, Springer-Verlag, 1974.
- [4] Carlos A. Braumann, *Variable Effort Fishing Models In Random Environments*, Mathematical Biosciences 156 (pages 1-19), 1999.
- [5] Colin W. Clark, *Mathematical Bioeconomics : The Optimal Management Of Renewable Resources*, Wiley-Interscience, 1976.
- [6] Meng Fan and Ke Wang, *Optimal Harvesting Policy For Single Population With Periodic Coefficients*, Mathematical Biosciences 152 (pages 165-177), 1998.
- [7] L. Finkelstein and E. Carson, *Mathematical Modeling Of Dynamical Biological Systems*, Research Studies Press, 1979.
- [8] L. C. G. Rogers and D. Talay, *Numerical Methods In Finance*, Cambridge University Press, 1997.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΝΥΜΦΩΝ ΚΑΙ ΝΕΑΡΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΝΔΗΜΙΚΗΣ ΓΑΡΙΔΑΣ *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (FORSKAL, 1775) ΣΤΟΝ ΘΕΡΜΑΪΚΟ ΚΟΛΠΟ

Φ. Κατσίκη¹, Σπ. Κλαουδάτος², Χρ. Νεοφύτου² & Π. Παναγιωτάκη²

¹Aquaculture, Lab. Assistant Department of Tech. of Fisheries & Aquaculture T.E.I.Th.

N. Moudania, Halkidiki. fotkat@hotmail.com

²University of Thessaly, School of Agriculture Department of Agriculture Ichthyology and Aquatic environment

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασική προϋπόθεση για την έναρξη της εκτροφής ενός νέου είδους είναι η γνώση του βιολογικού του κύκλου και η εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξής του στο φυσικό περιβάλλον. Η αυτόχθονη γαρίδα *Melicertus (Penaeus) kerathurus* είναι ένα είδος με μεγάλη εμπορική αξία στην Μεσόγειο αλλά και στην Ελλάδα, και ένα από τα υποψήφια είδη για εντατικής εκτροφής. Μελετήθηκε στους τόπους συγκέντρωσης των μετανυμφών και των νεαρών ατόμων της στη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου και συγκεκριμένα στις εκβολές των δύο μεγάλων ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι παρουσιάζει θετική αλλομετρική ανάπτυξη καθώς η παράμετρος b των εκθετικών εξισώσεων που συνδέουν το ολικό μήκος (TL) με το σωματικό βάρος (BW) προσδιορίστηκε για τον Αξιό 2,3 έως 2,6 και για τον Αλιάκμονα 2,4 έως 2,9. Ταυτόχρονα η σύγκριση των κλίσεων για τις εξισώσεις μεταξύ ολικού μήκους (TL) με σωματικό βάρος (BW), και μήκους κεφαλοθώρακα (CL) με σωματικό βάρος (BW) και για τις δύο περιοχές μελέτης, έδειξαν θετική αλλομετρική συσχέτιση ($P > 0,10$), ενώ οι κλίσεις των γραφικών παραστάσεων του σωματικού μήκους (BL) με το σωματικό βάρος (BW), αρνητική. Οι δείκτες ευρωστίας Fulton KC και Ricker KA για τα νεαρά άτομα είχαν θετική αλλομετρική αύξηση ανά μήκος ($P > 0,10$) και καμία από τις δύο περιοχές μελέτης δεν υπερτερούσε της άλλης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενθαρρυντικά και συνηγορούν για την εκτροφή της *M. Kerathurus* κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες.

GROWTH PARAMETERS ASSESSMENT OF THE INDIGENOUS SHRIMP *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (FORSKAL, 1775) POST LARVAE AND JUVENILES IN THERMAIKOS GULF

F. Katsiki, S.D. Klaoudatos, Ch. Neofitou and P. Panagiotaki.

ABSTRACT:

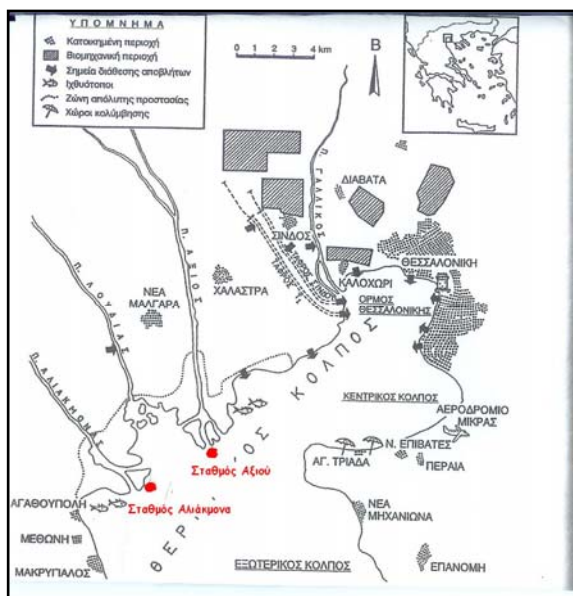
The indigenous shrimp *Melicertus kerathurus* (Forsk., 1775) is a species of high commercial value in Mediterranean Sea. For Greece, is a species with high fishing activity and serious socio-economics effects, in medium and coastal fisheries. Post larvae and young shrimp of this species find shelter in the shallow and protected area of Thermaikos Gulf. They remain to this area from May till the end of autumn and after the completion of the juveniles stages, they immigrate to the open sea where they reach the stage of adult shrimp. The main characteristics of Thermaikos Gulf are the fluctuation of physicochemical factors and the eutrophication, caused by the carrying material from the rivers and the sediment composition.

The results of this research, show that the growth of young shrimp was positive allometric, as the parameter b in equation $BW = aL^b$ was, for Axios 2.3–2.6 and for Aliakmon 2.4–2.9. Growth factors k_C and k_A in both sampling areas show positive allometric correlation ($P > 0.05$). The coefficient of determination r^2 had a deviation from one to the relations body length (BL) vs carapace length (CL) and body length (BL) vs body wet weight (BW), indicating heterogeneous sample to these relations. The comparison of slopes of the regression lines for the relations: total length (TL) vs body wet weight (BW) and carapace length (CL) vs body wet weight (BW), between the two sampling areas, show positive allometric correlation ($P > 0.10$). The comparison of slopes of the regression lines for the relation: body length (BL) vs body wet weight (BW), show negative correlation ($P < 0.01$), between the two sampling areas.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αυτόχθονη γαρίδα *Melicertus kerathurus* (Forskal, 1775) αποτελεί αλίευμα μεγάλης εμπορικής αξίας στη Μεσόγειο. Στην Ελλάδα απαντάται κατά μήκος των ακτών του Βορείου Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους και κυρίως εντός των κόλπων όπου εκβάλλουν ποταμοί (Κλαουδάτος 1979). Στις αβαθείς περιοχές του Θερμαϊκού κόλπου οι μετανύμφες και τα νεαρά άτομα της *M. kerathurus* που φθάνουν από την ανοικτή θάλασσα βρίσκουν καταφύγιο από το Μάιο έως τις αρχές του Φθινοπώρου. Οι νηπιακές περιοχές είναι προφυλαγμένοι κλειστοί κόλποι όπου εκβάλλουν ποταμοί με χαμηλή αλατότητα, άφθονη τροφή, αυξημένη θερμοκρασία και μαλακό αμμόδες ή ιλυώδες υπόστρωμα κατάλληλο για την είσοδο και προστασία των ατόμων από τους θηρευτές τους στη διάρκεια της ημέρας (Κλαουδάτος, 1984). Στη διάρκεια της βενθικής φάσης της ζωής τους, τρέφονται με βενθικούς οργανισμούς. Προτιμούν τις ζωικές λείες και παρουσιάζουν θηρευτική δραστηριότητα, η σύνθεση της οποίας εξαρτάται από την τοποθεσία, τη διαθεσιμότητα και την ποικιλότητα των βενθικών οργανισμών (Καράνη κ.ά., 2003). Στις περιοχές αυτές θα παραμείνουν μέχρι το τέλος Οκτωβρίου (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες), και στη συνέχεια θα ξεκινήσουν το ταξίδι επιστροφής προς την ανοικτή θάλασσα όπου διαχειμάζουν και την επομένη Άνοιξη θα απελευθερώσουν τα αυγά τους για να επαναληφθεί ένας νέος βιολογικός κύκλος. Η *M. kerathurus* αποτελεί ένα από τα πλέον έντονα αλιευόμενα είδη με σημαντικές κοινωνικο-οικονομικές ωφέλειες για τη μέση και την παράκτια αλιεία. Αλιεύεται από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο με μηχανότρατες, με τα θηλυκά ενήλικα άτομα να υπερέχουν σε μέγεθος έναντι των αρσενικών και κατά συνέπεια να υφίστανται μεγαλύτερη αλιευτική πίεση. Σύμφωνα με τους Κεβρεκίδη και Θεσσαλού (2001), η μέση τιμή αλιευτικής προσπάθειας στον Θερμαϊκό κόλπο για όλη την αλιευτική περίοδο ήταν 3,4 Kg/h. Οι Κλαουδάτος *et al*, (1992) σε μελέτη του ίδιου είδους στον Αμβρακικό κόλπο, διαπίστωσαν ότι η μέση τιμή αλιευτικής προσπάθειας μειώνονταν εξαιτίας της αλιευτικής πίεσης, της ρύπανσης, και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Ο Θερμαϊκός κόλπος (Εικ.1) και συγκεκριμένα το βόρειο τμήμα του, αποτελείται από τον αβαθή ημίκλειστο κόλπο της Θεσσαλονίκης, ενώ στο βορειοδυτικό τμήμα του εκβάλλουν οι ποταμοί Αξιός, Λουδίας, Αλιάκμονας και Γαλλικός δημιουργώντας ένα εκβολικό σύστημα 42.200 στρεμμάτων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997). Οι αβαθείς περιοχές του εκβολικού συστήματος αποτελούν χώρους συγκέντρωσης νεαρών ατόμων ειδών που φυσιολογικά ζουν σε βαθύτερα νερά. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η μικρή παλιρροιακή διακύμανση, το μικρό βάθος, η μεγάλη συγκέντρωση φερτών υλών και θρεπτικών συστατικών συμπεριλαμβανομένων και των ρύπων, που πολλές φορές οδηγούν σε φαινόμενα ευτροφισμού, καθώς και η μεγάλη διακύμανση των φυσικοχημικών παραμέτρων και ειδικότερα της



θερμοκρασίας και αλατότητας, (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1997).

Εικόνα 1 Περιοχές δειγματοληψίας στον Θερμαϊκό κόλπο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι δειγματοληψίες ήταν μηνιαίες πραγματοποιήθηκαν από τον Ιούνιο 2003 έως τον Μαΐο 2005, και χωρίστηκαν σε δύο περιόδους, η πρώτη περίοδος από τον Ιούνιο 2003 έως τον Μάιο 2004 και η δεύτερη από τον Ιούνιο 2004 έως τον Μάιο του 2005. Οι δειγματοληψίες έγιναν στις περιοχές των εκβολικών σχηματισμών του Αξιού και του Αλιάκμονα. Δύο σταθμοί δειγματοληψιών επιλέχθηκαν, οι διάσπαρτες ξέρες σε απόσταση 300 m από τις εκβολές του Αξιού, όπου το βάθος του νερού ήταν 0,5 m και ο πυθμένας καλύπτονταν από σκουρόχρωμη, παχύρρευστη λάσπη, και μία ευθύγραμμη ξέρα μήκους 1.000 m σε απόσταση 500 m από τις εκβολές του Αλιάκμονα, όπου το βάθος του νερού ήταν 0,30 m και το ίζημα του πυθμένα λεπτόκοκκη άμμος. Η συλλογή των ατόμων έγινε με σύρση γρίπου διαστάσεων 2,45 m x 0,80 m, και άνοιγμα ματιού 12 cm, κατά τις μεσημεριανές ώρες. Τα δείγματα των μετανυμφών και των νεαρών ατόμων της γαρίδας διατηρήθηκαν σε φορμόλη 10%, ενώ πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις και προσδιορισμοί (Sparre & Sieben, 1992): Στάδιο ανάπτυξης, σωματικό βάρος (BW), ολικό μήκος (TL), μήκος κεφαλοθώρακα (CL), μήκος σώματος (BL), μήκος τέλσωνα (TL) και ύψος σώματος (BH). Οι μετρήσεις των μηκών έγιναν με ακρίβειας χιλιοστού ενώ το βάρος των ατόμων προσδιορίστηκε με ζυγό ακριβείας PRECICA 220 MS CS και ακρίβεια δευτέρου δεκαδικού ψηφίου.

Η σχέση που συνδέει το μήκος με το βάρος των ατόμων εκφράστηκε από την εκθετική εξίσωση: $BW = aL^b$. Όπου L είναι το εκάστοτε μήκος αναφοράς (CL, TL ή το BL) και τα a, b, είναι σταθερές της εξίσωσης (Πιν.2). Για τη σύγκριση των τιμών του b με τη θεωρητική τιμή 3, όπου σύμφωνα με τον Froese (2006) όταν κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 3,5 εμφανίζεται θετική αλλομετρική αύξηση, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση t, η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$t = \frac{SD_{\log L}}{SD_{\log BW}} \frac{|b - 3|}{\sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n - 2}$$

όπου $SD_{\log L}$ και $SD_{\log BW}$ οι τυπικές αποκλίσεις του $\log L$ και του $\log BW$, n το μέγεθος του δείγματος, b η κλίση και r^2 ο συντελεστής προσδιορισμού της εκάστοτε εξίσωσης.

Για τη στατιστική σύγκριση της σχέσης του μήκους και του βάρους χρησιμοποιήθηκε το t - test και έγινε η σύγκριση των γραμμικών μορφών και της κλίσης.

Για τον προσδιορισμό της φυσικής κατάστασης των οργανισμών (ευρωστία) χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση $Fulton K_C = (BW/TL^3) \times 10^n$ (όπου n ακέραιος αριθμός ώστε η τιμή K_C να είναι μονοψήφιος μικτός αριθμός). Για τον αλλομετρικό δείκτη ευρωστίας K_A του Ricker (1975), που λαμβάνει τιμές ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης $K_A = (BW/TL^b) \times 10^n$ (Όπου b είναι ο συντελεστής της σχέσης του μήκους και του βάρους και n ακέραιος αριθμός ώστε η τιμή K_A να είναι μονοψήφιος μικτός αριθμός). Για τη σύγκριση των μέσων όρων των δεικτών

ευρωστίας χρησιμοποιήθηκε το *t-test*, ενώ για την σύγκριση των τυπικών αποκλίσεων το *f-test*.

Οι σχέσεις που συνδέουν το σωματικό μήκος (BL) και το ολικό μήκος (TL) με το μήκος του κεφαλοθώρακα (CL) είναι της μορφής $y = a + bx$, όπου *a*, *b*, είναι σταθερές της εκάστοτε εξίσωσης (Πιν 3). Για τη στατιστική σύγκριση των σχέσεων των γραμμικών μορφών και των κλίσεων χρησιμοποιήθηκε το *t – test*.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον Πίνακα 1 δίνεται αναλυτικά ο συνολικός αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκαν και σε κάθε περίοδο δειγματοληψίας από τους δύο σταθμούς (Αξιό και Αλιάκμονα).

Πίνακας 1. Αριθμός μετανυμφών, νεαρών και ενήλικων ατόμων, *Melicertus kerathurus*, που συλλέχθηκαν στους δύο σταθμούς και στις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

Σταθμός	Δειγματοληψία	Μετανύμφες	Νεαρά άτομα	Ενήλικα άτομα	Σύνολο
Αξιός	2003-2004	-	235	24	259
	2004-2005	82	77	16	175
Μερικό Σύνολο		82	312	40	
Αλιάκμονας	2003-2004	-	54	2	56
	2004-2005	80	12	4	96
Μερικό Σύνολο		80	66	6	
Ολικός αριθμός ατόμων		162	378	46	586

Οι τιμές των σταθερών *a* και *b* των εξισώσεων που προέκυψαν από τις σχέσεις που συνδέουν το σωματικό βάρος (BW) σε g, με τα μήκη (TL, BL, και CL) σε cm καθώς και των σχέσεων που συνδέουν τα μήκη TL, BL με το μήκος του κεφαλοθώρακα (CL) των σωματομετρήσεων των νεαρών ατόμων της *Melicertus kerathurus* ανά σταθμό δειγματοληψίας, δίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 2 και 3, αντίστοιχα. Η σύγκριση των κλίσεων για τις εξισώσεις μεταξύ ολικού μήκους (TL) με σωματικό βάρος (BW), και μήκους κεφαλοθώρακα (CL) με σωματικό βάρος (BW) και για τις δύο περιοχές μελέτης, έδειξαν θετική αλλομετρική συσχέτιση ($P > 0,10$), ενώ οι κλίσεις των γραφικών παραστάσεων του σωματικού μήκους (BL) με το σωματικό βάρος (BW), αρνητική.

Πίνακας 2. Σχέσεις των μηκών BL, TL, και CL με το σωματικό βάρος (BW) νεαρών ατόμων της *M. kerathurus*, ανά σταθμό δειγματοληψίας, (*n* είναι ο αριθμός των ατόμων, *a* & *b* σταθερές παράμετροι των εξισώσεων που προκύπτουν από τη γραμμική παλινδρόμηση, r^2 ο συντελεστής προσδιορισμού, K_C (cm) ο δείκτης ευρωστίας Fulton, K_A (cm) ο αλλομετρικός δείκτης ευρωστίας Ricker, SD η τυπική απόκλιση, SE το τυπικό σφάλμα και CV ο συντελεστής παρέκκλισης).

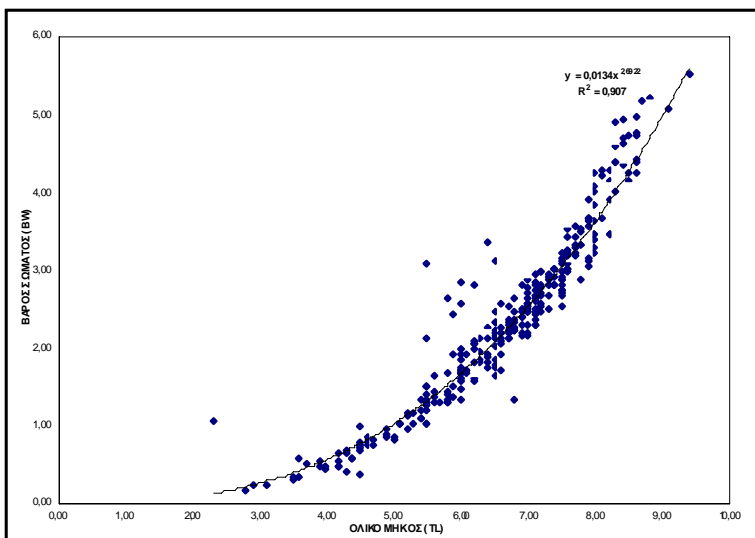
BL (cm)	n	a	b	R²	K_C	K_A	SD	SE	CV
ΑΞΙΟΣ	312	2,3566	2,5058	0,6962	5,50	9,97	0,6	0,0	0,2
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ	66	0,6150	2,4660	0,6862	3,08	6,07	0,8	0,1	0,2
TL (cm)									
ΑΞΙΟΣ	312	0,4448	2,6922	0,9070	7,85	1,38	1,1	0,1	0,2
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ	66	0,6512	2,9235	0,9844	7,14	8,42	1,2	0,1	0,2
CL (cm)									
ΑΞΙΟΣ	312	1,1046	2,3567	0,8368	2,13	3,41	0,4	0,0	0,2
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ	66	0,6512	2,7578	0,9392	2,06	2,39	0,4	0,0	0,2

Οι δείκτες ευρωστίας Fulton K_C και Ricker K_A για τα νεαρά άτομα είχαν θετική αλλομετρική αύξηση ανά μήκος ($P > 0,10$) και καμία από τις δύο περιοχές μελέτης δεν υπερτερούσε της άλλης.

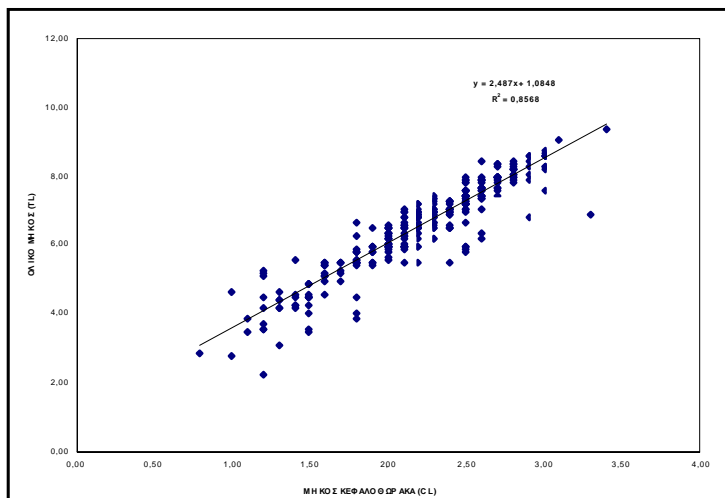
Πίνακας 3. Συντελεστές των γραμμικών εξισώσεων που συνδέουν το σωματικό μήκος (BL) και το ολικό μήκος (TL) με το μήκος του κεφαλοθώρακα (CL) νεαρών ατόμων της *Melicertus kerathurus*, ανά σταθμό δειγματοληψίας, *n* είναι ο αριθμός των ατόμων και r^2 ο συντελεστής προσδιορισμού.

BL (cm)	n	a	B	r²
ΑΞΙΟ	312	1,2227	1,0086	0,5396
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	66	1,1016	1,3503	0,5543
TL (cm)				
ΑΞΙΟ	312	1,0848	2,4870	0,8568
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	66	0,3812	2,8487	0,9527

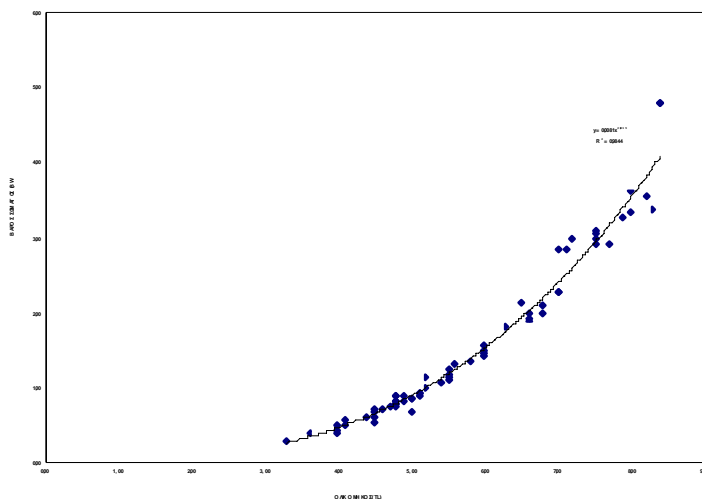
Στην εικόνα 2 φαίνεται η γραφική παραστάσεις της σχέσης $BW = 0,0134 TL^{2,692}$ με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 0,907$, ενώ στην εικόνα 3 η γραφική παράσταση της σχέσης $TL = 2,487CL + 1,0848$, των νεαρών ατόμων της *M.kerathurus* που συλλέχθηκαν στις εκβολές του Αξιού και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.



Εικόνα 2: Γραφική παράσταση της σχέσης που συνδέει το ολικό μήκος (TL) με το σωματικό βάρος (BW) νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* που συλλέχτηκαν στις εκβολές του Αξιού και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

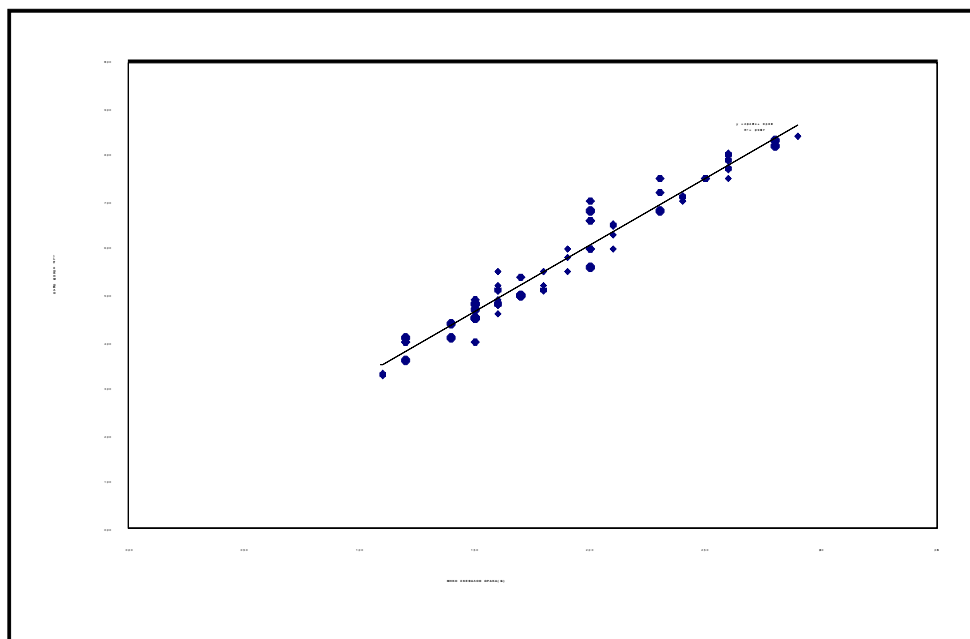


Εικόνα 3 Γραφική παραστάσεις της σχέσης $TL = 2,487 CL + 1,0848$, των νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* που συλλέχτηκαν στις εκβολές του Αξιού και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.



Στην εικόνα 4 φαίνεται η γραφική παράσταση της σχέσης $BW = 0,008 TL^{2,9235}$, των νεαρών ατόμων της *M. kerathurus*, ενώ στην εικόνα 5 φαίνεται η γραφική παραστάσεις της σχέσης $TL = 2,8487 CL + 0,3812$, που συνδέει το ολικό μήκος (TL) με το μήκος του κεφαλοθώρακα (CL), των νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* που συλλέχθηκαν στις εκβολές του Αλιάκμονα και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

Εικόνα 4 Γραφική παράσταση της σχέσης $BW = 0,008 TL^{2,9235}$ νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* που συλλέχθηκαν στις εκβολές του Αλιάκμονα και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.



Εικόνα 5 Γραφική παράσταση της σχέσης $TL = 2,8487 CL + 0,3812$, νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* που συλλέχθηκαν στις εκβολές του Αλιάκμονα και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενδημική γαρίδα *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forsk., 1775), αποτελεί ένα είδος μεγάλης εμπορικής αξίας στην Ελλάδα, και η εκτροφή της κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες είναι εφικτή αν κρίνουμε από το ρυθμό ανάπτυξης των νεαρών ατόμων της στο εκβολικό σύστημα του Θερμαϊκού κόλπου. Το εκβολικό σύστημα του Θερμαϊκού κόλπου αποτελεί φυσικό χώρο συγκέντρωσης των ευαίσθητων σταδίων της ενδημικής γαρίδας *M. kerathurus*, του οποίου η διασφάλιση και προστασία αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη συνεχή παρουσία του είδους στην περιοχή.

Οι τιμές της παραμέτρου b στις σχέσεις που συνδέουν τα μήκη BL, TL, CL με το σωματικό βάρος (BW), κυμάνθηκαν από 2,3 έως 2,6 για τον Αξίο και από 2,4 έως 2,9 για τον Αλιάκμονα (Πίν. 2). Σύμφωνα με τον Froese (2006), η παράμετρος b εκφράζει θετική αλλομετρική αύξηση όταν λαμβάνει τιμές μεταξύ 2,5 και 3,5. Κατά συνέπεια τα νεαρά άτομα παρουσίασαν θετική αλλομετρική αύξηση για τα μήκη TL, BL και CL, στον Αξίο ενώ στον Αλιάκμονα μόνο για τα BL και CL ενώ το TL παρουσίασε οριακά αρνητική αλλομετρική αύξηση. Οι Chow and Sandifer, (1991) αναφέρουν ότι, οι μετανύμφες της *Litopenaeus vannamei* που προέρχονταν από διαφορετικές εκτροφές, παρουσίασαν σημαντικές διαφορές σε όλα τα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά ($P < 0,05$), γεγονός που το απέδωσαν στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν όχι μόνο την αύξηση αλλά και το σχήμα της γαρίδας. Στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες των δύο εκβολικών περιοχών θα μπορούσαν ενδεχομένως να αποδοθούν και οι διαφορές των μορφομετρικών χαρακτηριστικών στα νεαρά άτομα της *M. kerathurus* που παρατηρήσαμε. Οι Primavera *et al*, (1998), παρατήρησαν ότι, σε σύγκριση με τους γεννήτορες της *Penaeus monodon* ($b = 0,6 - 0,8$) τα νεαρά άτομα είχαν μεγαλύτερη αύξηση βάρους ανά μονάδα μήκους ($b = 0,9$ για το TL και $b = 0,4$;έως 0,7 για το BL). Οι Cheng and Chen, (1990) διαπίστωσαν σημαντική στατιστική διαφορά μεγέθους μεταξύ των φύλων της *Penaeus monodon* ($P < 0,05$).

Ο δείκτης ευρωστίας K_C Fulton παρουσίασε θετική αλλομετρική αύξηση μεταξύ των δύο περιοχών ($P > 0,05$), σε σχέση με τα μήκη BL και CL και αρνητική ως προς το TL. Σύμφωνα με τον δείκτη ευρωστίας K_A Ricker (1975), τα νεαρά άτομα παρουσίασαν θετική αλλομετρική αύξηση μεταξύ των δύο περιοχών ($P > 0,05$), σε σχέση με το BL και αρνητική ως προς τα μήκη TL και CL.

Η μεγάλη διακύμανση των μηκών κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών μπορεί να ερμηνευθεί από την ταυτόχρονη παρουσία νεαρών ατόμων διαφορετικών ηλικιών στα εκβολικά συστήματα των δύο ποταμών, λόγω της συνεχούς αφίξης νέων ατόμων από την ανοικτή θάλασσα. Το ίδιο παρατήρησαν οι Κεβρεκίδης και Θεσσαλού (2001), ενώ ο Κλαουδάτος (1992) παρατήρησε, την ύπαρξη μικρών και μεγάλων ωαρίων σε γονάδες ώριμων ατόμων της *M. kerathurus* στο τελευταίο στάδιο γενετικής ωριμότητας, που αποτελεί ένδειξη πιθανής νέας ωοτοκίας στη διάρκεια της ίδιας αναπαραγωγικής περιόδου. Η ικανότητα και νέας ωοτοκίας στην ίδια γενετική περίοδο συντελεί, πέρα από τη διαφορετικό χρόνο πραγματοποίησής της από τα ώριμα θηλυκά άτομα, στην παρουσία μεγαλύτερου αριθμού νεαρών ατόμων διαφορετικών μεγεθών στις εκβολές των δύο ποταμών. Στην παρούσα εργασία η αύξηση των νεαρών ατόμων της *M. kerathurus* στο εκβολικό σύστημα του Θερμαϊκού κόλπου παρουσίασε θετική αλλομετρική συσχέτιση, μεταξύ των δύο περιοχών δειγματοληψίας, καθώς τα νεαρά άτομα της γαρίδας είχαν παρόμοια αύξηση και στις δύο περιοχές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cheng C.S. and L. Chen, (1990). Growth and relationships among body length, body weight and tail weight of *Penaeus monodon* from a culture environment in Taiwan. *Aquaculture* 91: 253-263
- Chow S. and P.A Sandifer, (1991). Differences in growth, morphometric traits and male sexual maturity among pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, from different commercial hatcheries. *Aquaculture*. 92: 165-178.
- Froese R., (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22: 241-253.
- Klaoudatos S., 1979. Distribution of the prawn *Penaeus kerathurus* along the West Coast of Greece. *Bioll. Gallohell.* 8, 61-65
- Klaoudatos S., N. Tsevis, A. Conides, (1992). Studies on migratory movements of the prawn *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1778) at Amvrakikos Gulf, western Greece. *PSZNI Mar. Ecol.* 13(20): 133-147.
- Primavera J.H., F.D. Parado-Esteva, J.L. Leбата, (1998). Morphometric relationship of length and weight of giant tiger prawn *Penaeus monodon* according to life stages, sex and source. *Aquaculture*. 164(1-4): 67-75.
- Sparre P. and V.C. Sieben, (1992). Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fisheries Department. Rome, Italy*: 5-14, 44-92.
- Καράνη Ε., Χ. Νεοφύτου, Ν. Χαρτόσια, (2003). Στομαχικό περιεχόμενο της βενθικής γαρίδας *Penaeus (Melicertus) kerathurus* (Forsk., 1775) (Decapoda, Penaeidae) ανοιχτά της εκβολής του Πηνειού στο Θερμαϊκό κόλπο. *Πρακτικά 25^{ου} Ε.Ε.Β.Ε. Μυτιλήνη, 30 Μαΐου -1 Ιουνίου*. I: 128-129.
- Κεβρεκίδης Κ. και Μ. Θεσσαλού-Λεγάκη, (2001). Αλιευτική βιολογία της γαρίδας *Penaeus (Melicertus) Kerathurus* (Forsk., 1775) στο Θερμαϊκό Κόλπο: Πρώτα αποτελέσματα. *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. Χανιά, 18-20 Οκτωβρίου*. I: 41-44.
- Κλαουδάτος Σ., (1984). Συμβολή στη βιολογία και στην υπό ελεγχόμενες συνθήκες αναπαραγωγή και εκτροφή της γαρίδας *Penaeus. kerathurus* (Forsk., 1775). *Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών, Ειδική έκδοση*, 9: 238 σελίδες.
- Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού και Διαχ/σης Φυσικού Περιβάλλοντος (1997). Πρόγραμμα Αντιμετώπισης Ειδικών Περιβαλλοντικών Προβλημάτων και Συστήματος Λειτουργίας και Διαχείρισης της Προστατευόμενης Περιοχής των Εκβολών των Ποταμών Γαλλικού, Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, της Αλυκής Κίτρος και της Λιμνοθάλασσας Καλοχωρίου και της Ευρύτερης Περιοχής τους. *Φάση Α'. Αθήνα, Κέντρο Πληροφόρησης Υδροβιότοπου Αξιού, Χαλάστρα*.

LONG-TERM EFFECTS OF OXYGEN ON SKIN MORPHOLOGY AND PARTICULARLY ON SKIN MUCOUS CELLS OF SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*)

I.N.Vatsos^{1*}, E. Kalogiros³, M.A. Henry², M.N. Alexis²

¹ Ichthyology Lab, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, PO Box 935

² Institute of Aquaculture, Hellenic Centre for Marine Research, Athens, TK 16777

³ Department of Aquaculture and Fisheries, Technological Education Institute of Mesolonghi, TK 30200

*Corresponding author. Email: ivatsos@vet.auth.gr

ABSTRACT

In the present study, the effect of four different oxygen levels on the skin general morphology and particularly on its mucous cells of sea bass was examined. Sea bass, initial mean weight 78.9 ± 3.1 gr were divided into four groups, in which the oxygen levels were set: 3.6 ± 0.2 ppm, 4.7 ± 0.2 ppm, 6.2 ± 0.2 ppm, 8.2 ± 0.2 ppm. The experiment lasted nine weeks. The levels were monitored and adjusted using electrodes connected to a computer. A software, which contained a visual basic script macro, that allowed quantification of skin parameters, was used to analyze the tissue sections. No significant differences in the general morphology of the skin were noted. Concerning the mean diameter of the mucous cell no significant differences were noted, but the number of mucous cells per skin area (mm^2) was significantly higher in the group with the lowest oxygen level, throughout the experimental period. Based on the results of this study and others, it is believed that the enumeration of the skin mucous cells of fish can be used as a stress index in many stressful conditions including chronic hypoxia.

ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΣ ΣΤΑ ΕΠΙΔΕΡΜΙΚΑ ΒΛΕΝΩΔΗ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ (*Dicentrarchus labrax*).

I. N. Βάτσος, E. Καλόγυρος, M. A. Henry & M. N. Αλέξης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη μελετήθηκε η επίδραση 4 διαφορετικών επιπέδων οξυγόνου στην γενική μορφολογία του δέρματος και ιδιαίτερος των βλεννογόνων κυττάρων του λαβρακιού. Λαβράκια αρχικού μέσου βάρους 78.9 ± 3.1 gr χωρίστηκαν σε 4 ομάδες στις οποίες τα επίπεδα οξυγόνου ορίστηκαν ως εξής: 3.6 ± 0.2 ppm, 4.7 ± 0.2 ppm, 6.2 ± 0.2 ppm, 8.2 ± 0.2 ppm. Η χρονική περίοδος του πειράματος ήταν 9 εβδομάδες, στην διάρκεια των οποίων τα επίπεδα οξυγόνου παρέμειναν σταθερά με την βοήθεια ηλεκτροδίων συνδεδεμένα με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ένα πρόγραμμα που περιείχε μια μακροεντολή επέτρεψε την ποσοτικοποίηση διαφόρων παραμέτρων του δέρματος. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην γενική μορφολογία του δέρματος, ούτε και στο μέγεθος των βλεννογόνων κυττάρων του. Σημαντική όμως αύξηση του αριθμού των βλεννογόνων κυττάρων (κύτταρα ανά mm^2) παρατηρήθηκε στη ομάδα των ψαριών που διατηρούνταν στο χαμηλότερο επίπεδο οξυγόνου σε όλη τη διάρκεια του πειραματισμού. Με βάση τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος αλλά και άλλων μελετών πιστεύεται ότι η καταμέτρηση των βλεννογόνων κυττάρων του δέρματος των ψαριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης καταπόνησης σε πολλές καταστάσεις συμπεριλαμβανομένης και της χρόνιας υποξείας.

INTRODUCTION

Fishes cultured in areas where the water exchange is low, such as lagoons, may encounter long-term hypoxia in summer months. The reduced dissolved oxygen in the aquatic environment can induce physiological as well as morphological changes in fish (Medale, 1985; Barton and Taylor 1996; Val et al. 1998) These changes include: lower metabolism, alterations in ventilation rates, changes in circulatory parameters, increased number of circulating red blood cells, decreased levels of intraerythrocytic phosphates, adjustments of intraerythrocytic pH, mobilization of anaerobic energy pathways, changes in acid-base balance, decreased swimming capacity and in some cases morphological alterations, as in the case of *Colossoma* spp in the Amazon river. Growth, food consumption and food efficiency can also be affected (Medale, 1985).

Many adverse biotic as well as abiotic environmental factors are known to affect the morphology and structure of the skin of fish and particularly the distribution of skin mucous cells (Iger et al. 1988; Khangarot and Tripathi, 1992; Iger et al. 1994; Iger and Wendelaar Bonga, 1994).

In this study the effect of normoxia, mild hypoxia, hypoxia and mild hyperoxia on the size and number of skin mucous cells of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) was investigated. The water temperature throughout the experimental period was 26 ± 1 °C, a common water temperature in the Mediterranean area during summer, when low oxygen conditions also prevail.

MATERIALS & METHODS

Experimental plan

520 sea bass, initial weight 78.9 ± 3.1 gr were placed in eight 1 m³ tanks. The tanks were then divided into four groups, (two replicates in each group). Each tank was supplied with 250 l/h sea water, salinity 38 psu, temperature 26 ± 1 °C, dissolved oxygen 7.5 ± 0.2 ppm. The tanks were covered with black plastic covers and artificial photoperiod of 10 h light / 14 h darkness was applied (lights were switched on and off gradually in 30 min). The fish were left for two weeks inside the tanks to acclimatize, before the oxygen level in each group was set to: Group 1: 3.6 ± 0.2 ppm (approximately 58 % oxygen saturation, hypoxia), Group 2: 4.7 ± 0.2 ppm (approximately 76 % oxygen saturation, mild hypoxia), Group 3: 6.2 ± 0.2 ppm (approximately 100 % oxygen saturation, normoxia) and Group 4: 8.2 ± 0.2 ppm (approximately 132 % oxygen saturation, mild hyperoxia). The oxygen depletion in the water in each tank was achieved due to fish's oxygen consumption, while the oxygen levels were maintained constant using air-stones. The adjustment was done gradually in two days. The differences between the two replicates in each group throughout the experiment were no more than ± 0.4 ppm. The oxygen in each tank was supplied directly into the water of the tanks using air-stones, which were placed along the water entrance and the levels were monitored and adjusted continuously by electrodes (Dryden Aqua), linked to a computer. The electrodes were placed inside the first tank of each group and the oxygen flow was regulated by electric switches, which were also connected to the computer. The oxygen levels in each tank

were also measured twice a week using the Winkler method and calibration of the electrodes were made when necessary.

The fish were fed by hand through a plastic transparent tube to satiation twice a day with commercial feed (Biomar Ecolife 64, 4.5 mm, total protein 44 %, total fat 20 %, total carbohydrates 15.8 %, ash 8.2 %) at 8:30 am and 3:00 pm. The behavior of the fish during feeding and throughout the day was observed through a small opening of the plastic cover. The feeding was terminated when a few pellets remained uneaten at the bottom of the tanks. The pellets that were not consumed by the fish were then collected in a mesh from the tap at the bottom of the tanks.

The overall health status of the fish was also monitored and the mortalities were recorded.

Samplings

During the experiment, three samplings were carried out on day 27, 48, 69, after the oxygen levels were adjusted. On these days, four fish from each tank (eight per group) were swiftly and carefully captured and anesthetised immediately in phenoxyethanol (approximately 0.5 ml l⁻¹) in order to collect skin samples as described below.

In order to examine the skin mucous cells, skin tissue samples were cut from the head area between the eyes. The tissue samples were fixed in 10% buffered formalin for 24 h at room temperature. The samples were then processed according to conventional histological procedures (Bullock 1989). At least three 4 µm thick, not consecutive sections were cut from each tissue sample and mounted on glass slides.

The tissue sections were stained with Alcian blue / Periodic Acid Schiff (PAS) according to the following method: The slides were first immersed in xylene for 5 min and then in absolute alcohol for 2 min, and finally in methanol for 5 min. After being washed in distilled water for 2 min, the sections were stained with alcian blue (SIGMA, 8GX) solution (5% w/v alcian blue in 3% v v⁻¹ acetic acid pH 2.6) for 1h. The slides were washed again with distilled water and then immersed in 0.5% v v⁻¹ periodic acid (BDH) for 15 min. The slides were then placed into Schiff's reagent (FLUKA) for 15 min. After being briefly washed in tap water, the slides were placed into methanol for 30 sec and then transferred into two absolute alcohol baths for 2 and 1.5 min respectively. The slides were then placed again into

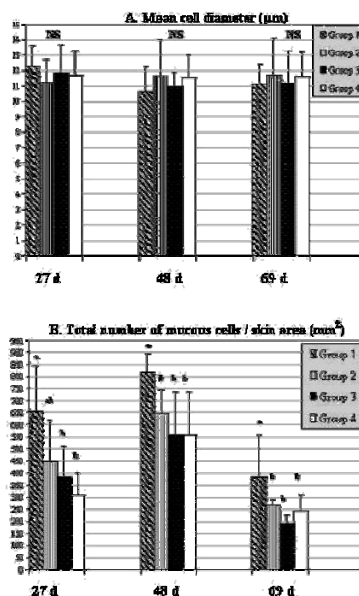


Figure 1. Examination of skin mucous cells. The bars represent mean values ± SD of the examination of 4 fish per tank, eight fish per group. a, b, c indicate significant difference (p< 0.05), NS, indicates no significant difference.

xylene for 5 min, and finally mounted with coverslips using DPX (BDH). All stages were carried out at room temperature. The sections were observed using an Olympus AH2 light microscope, equipped with a camera (Sony, CCD-IRIS) connected to a computer. Image Pro Plus 3 software, which contained a visual basic script macro, that allowed quantification of skin parameters, was used to analyze the tissue sections. At least four areas per skin section (at least twelve per fish) were observed and the parameters examined were: general structure of the skin and size and number of skin mucous cells.

Water parameters

Water samples from each tank were collected from a tap fixed at the tank outflow which was used to collect the uneaten pellets twice a week and the oxygen concentrations were calculated according to Winkler titration method, as modified by Strickland and Parsons (1972). Calibration of the electrodes was performed whenever necessary.

Three water samples from each tank, the first just before the first feeding, the second two hours after the feeding and the third one hour before the second feeding were collected as before on day 4, 25, 50, after the experiment started and the total ammonia concentrations in the samples was calculated according to Solorzano (1969).

Statistical analysis

Statgraphics Plus 3 was used to analyze the various measurements and the means were compared with one way analysis of variance (ANOVA), following tests for normality and homogeneity. Newman-Keuls test was employed to identify significantly different groups, where $p < 0.05$ was considered significant.

RESULTS & DISCUSSION

Throughout the experimental period, no mortalities were recorded in all the groups and no differences in the overall behavior of the fish were observed.

No differences in the general structure of the skin between the different groups were observed throughout the experimental period. Regarding the skin mucous cells, no significant differences in their mean diameter were noted, (Figure 1a). However, the number of mucous cells per skin area (mm^2) was significantly higher in the group with the lowest oxygen level, throughout the experimental period (Figure 1b, 2).

Total ammonia concentration in the tanks ranged between approximately 0.2 mg l^{-1} , before the first feeding, to approximately 0.7 mg l^{-1} , two hours after the first feeding and then dropped again.

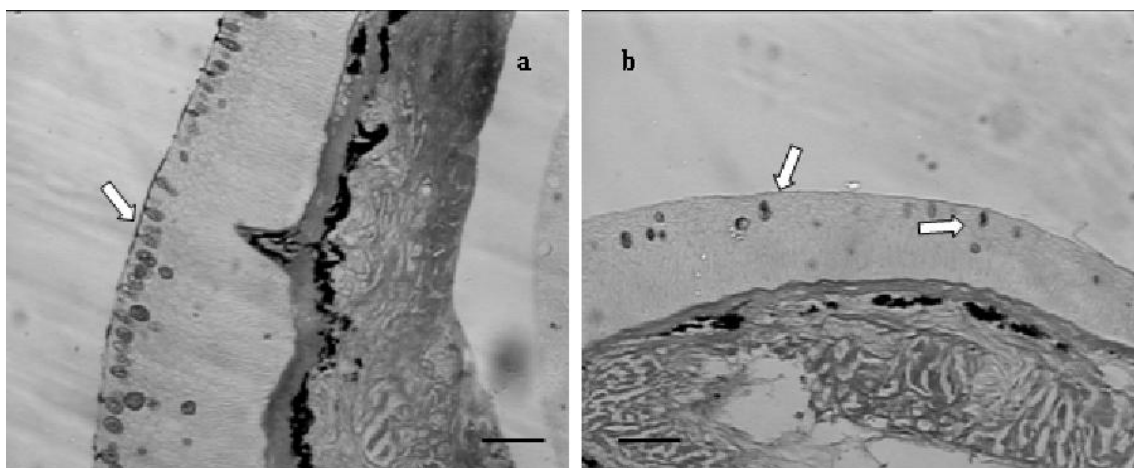


Figure 2. Mucous cells (white arrows) in skin tissue sections a) Group 1, b) Group 4. Staining Alcian blue / PAS. Bar = 50 µm

In fish farming, oxygen is considered one of the most important limiting factors, which play significant role in the growth and overall performance of cultured fish.

Previous studies (Thetmeyer et al. 1999; Pichavant et al. 2001) examining the effect of different percentages of oxygen saturation demonstrated that at low oxygen levels sea bass exhibits lower food consumption and lower increase in weight, compared to those at normal oxygen levels. In addition, this species under mild hyperoxia exhibits enhanced swimming performance, reduction of secondary lamellae area, higher gas diffusion distance and higher specific antibody titre compared to fish reared under hypo- and normoxia conditions (Saroglia et al. 1998; Saroglia et al. 2002).

Many stressors, such as handling, baths with various chemotheraputants and polluted or acidic water are known to have a direct effect on fish skin, disrupting its function as physical protective barrier and potentially open portals for pathogens that can be transmitted through skin, such as *Photobacterium damsellae* sbsp *piscicida* (Fouz et al. 2000) and *Listonella anguillarum* (Kanno et al. 1989). Thus, alterations in the skin of the cultured fish, such as darker coloration, are usually indications that show fish farmers that the fish go through stressful conditions. However, in most cases of chronic stress such alterations in the skin colorations are not so evident.

A continuous secretion and shedding of mucus produced by skin mucous cells, in combination with the presence in the mucus of many substances, such as immunoglobulin, complement, lysozyme and lectin protect the fish against infection (Shephard, 1994). Stimulation of mucus secretion is also a non specific response to various external stressors, such as temperature, heavy metals, increased ammonia and increased nitrate (Iger et al. 1994; Quiniou et al. 1998; Kalogianni et al. 2003; Vatsos et al. 2008). The results of the present study show that oxygen depletion also increased the mucus secretion on fish skin.

The physiological pathway that leads to the alteration in the number of skin mucous cells in various stressful conditions is still not clear. Iger et al. (1995) showed that the number of mucous cells is not cortisol-related. It may be due to the role mucus

plays in reducing friction with water, that under adverse situations an increase in the amount of skin mucus may help fish to swim easier to more favourable places, as Zaccone (1980) also suggested. Therefore, the group of fish maintained in the lowest oxygen level exhibited increased number of mucous cells because that oxygen level was below the preferable range. Thus, although the observation of their overall behaviour indicated no significant differences between all the groups, the number of the skin mucous cells indicated that the fish maintained in the lowest oxygen level were living in a rather stressful environment. Interestingly, the lowest oxygen level examined here does not seem to affect the appetite of sea bass, although it can suppress the growth of the fish possibly through the decreased utilisation of the feed (Vatsos et al. 2006), something that also confirms that this oxygen concentration is outside the preferable range.

Since the number of skin mucous cells is not cortisol-related, it is believed that this number can be used as stress indicator in many conditions, especially in cases, such as chronic confinement, where cortisol cannot be used (Barton et al. 2005).

REFERENCES

- Barton B.A., L. Ribas, L. Acerete, L. Tort, (2005). Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling. *Aquacult. Res.* 36(2): 172-179
- Barton B.A., B.R. Taylor, (1996). Oxygen requirements of fishes in northern Alberta rivers with a general review of the adverse effects of low dissolved oxygen. *Water Qual. Res. J. Can.* 31(2): 361-409
- Fouz B., A.E. Toranzo, M. Milan, C. Amaro, (2000). Evidence that water transmits the disease caused by the fish pathogen *Photobacterium damsela* subsp. *damsela*. *J. Appl. Microbiol.* 88(3): 531-535.
- Iger Y., M. Abraham, A. Dotan, B. Fattal, E. Rahamim, (1988). Cellular responses in the skin of carp maintained in organically fertilized water. *J. Fish Biol.* 33: 711-720.
- Iger Y., M. Abraham, (1997). Rodlet cells in the epidermis of fish exposed to stressors. *Tissue Cell.* 29(4): 431-438.
- Iger Y., P.H.M. Balm, H.A. Jenner, S.E. Wendelaar Bonga, (1995). Cortisol induces stress-related changes in the Skin of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Gen. Comp. Endocr.* 97: 188-198.
- Iger Y., R.A.C. Lock, H.A. Jenner, S.E. Wendelaar Bonga, (1994). Cellular responses in the skin of carp (*Cyprinus carpio*) exposed to copper. *Aquat. Toxicol.* 29: 49-64.
- Iger Y., S.E. Wendelaar Bonga, (1994). Cellular responses of the skin of carp (*Cyprinus carpio*) exposed to acidified water. *Cell Tissue Res.* 275: 481-492.
- Kalogianni E., M.T. Strouboudi, K. Tsangaris, M. Abraham, A. Andriopoulou, Y. Iger, M.N. Alexis, (2003). Morphological alterations in the skin of the sea beam (*Sparus aurata*) and the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) exposed to high ammonia. *7th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries. Chersonissos, Greece, 6-9 May 2003.* Book of Abstracts. p 216.
- Kanno T., T. Nakai, K. Muroga, (1989). Mode of transmission of vibriosis among ayu *Plecoglossus altivelis*. *J. Aquat. Anim. Health.* 1(1): 2-6.
- Khangarot B.S., D.M. Tripathi, (1992). The stereoscan observations of the skin of catfish, *Saccobranchus fossilis*, following chromium exposure. *J. Environ. Sci. Heal. A* 27(4): 1141-1148.
- Medale F., (1985). Influence of a decrease in water oxygen concentration throughout a long period on some aspects of nitrogen metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). *Univ. Paul Sabatier, Lab. Ecophysiol. Poissons, Toulouse (France).*
- Pedersen C.L., (1987). Energy budgets for juvenile rainbow trout at various oxygen concentrations. *Aquaculture* 62: 289-298.

- Pichavant K., J. Person-Le-Ruyet, A. Le Bayon, A. Severe, A. Le Roux, G. Boeuf, (2001). Comparative effects of long-term hypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. *J. Fish Biol.* 59: 875–883.
- Quiniou S., M.A. Bigler, W.L. Clem, J.E. Bly, (1998). Effects of water temperature on mucous cell distribution in channel catfish epidermis: a factor in winter saprolegniasis. *Fish Shellfish Immun.* 8: 1–11.
- Saroglia M., S. Cecchini, G. Terova, G. Caricato, A. De Stradis, (1998). Adaptive mechanisms and zootechnical performances of euryhaline fish species reared under *hyperoxia* conditions: first results of a study. *Proceedings. Investigations on Fisheries and Aquaculture within the Framework of Law Number 41/82. Part 2: Aquaculture.* Rome, 15-16 December 1998. Atti. 'Le Ricerche sulla Pesca e sull' Acquacoltura nell' ambito della L. 41/82'. Parte seconda: Acquacoltura. Roma, 15-16 Dicembre 1998. Vol. 5, no. 3, p 1688-1697.
- Saroglia M., G. Terova, A. De Stradis, A. Caputo, (2002). Morphometric adaptations of sea bass gills to different dissolved oxygen partial pressures. *J. Fish Biol.* 60: 1423-1430
- Shephard K.L., (1994). Functions for fish mucus. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 4: 401–429.
- Solorzano L., (1969). Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.* 14: 799-801.
- Stickland J.D., T.R. Parsons, (1972). A practical hand book of seawater analysis. *Bulletin no 167*, 2nd edition. Ottawa. Fisheries Research Board of Canada
- Thetmeyer H., U. Waller, K.D. Black et al., (1999). Growth of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under hypoxic and oscillating oxygen conditions. *Aquaculture* 174: 355-367.
- Val A.L., M.N.P. Silva, V.M.F. Almeida-Val, (1998). Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *S. A. J. Zool.* 33(2): 107-114.
- Vatsos I.N., E. Kalogiros, M. Yiagnisis, M. Alexis, (2006). Effects of four levels of oxygen on the growth of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). 8th *Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries.* Thessaloniki, Greece 4-8 June 2006. Conference Proceeding, p 1133-1136
- Vatsos I.N., Y. Kotzamanis, D. Vectesi, M. Henry, P. Angelidis, (2008). Short-term exposure of European sea bass (*Dicentrarchus Labrax*) to nitrate. Effects on skin morphology and skin mucous cells. 17^o *International Scientific Symposium, Deltas and Wetlands, Tulcea*, 18-20 September
- Zaccone G., (1980). Structure, histochemistry and effect of stress on the epidermis of *Ophisurus serpens* (L.) (Teleostei: Ophichthidae). *Cell. Mol. Biol.* 26(6): 663-674.

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΚΑΡΑΒΙΔΑΣ (*Nephrops norvegicus*) ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Ι.Θ. Καραπαναγιωτίδης, Έ. Μεντέ, Α. Στρατάκος, Σ. Μπαντίδος, Δ. Βαφείδης

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυτόκο 384 46, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, email: ikarapan@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλά νέα είδη καρκινοειδών έχουν χρησιμοποιηθεί για εκτροφή σε υδατοκαλλιέργειες τα τελευταία χρόνια. Ένα από τα καρκινοειδή το οποίο μπορεί να αποτελέσει νέο είδος για τις υδατοκαλλιέργειες είναι και το *Nephrops norvegicus*. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της διατροφικής συμπεριφοράς και της ανάπτυξης της караβίδας υπό εργαστηριακές συνθήκες. Νεαρά άτομα караβίδας αλειύτηκαν από τον Παγασητικό κόλπο χρησιμοποιώντας παγίδες βυθού και δίχτυα, και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιέργειών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος σε κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας θαλασσινού νερού. Οι караβίδες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, όπου στην πρώτη προσφέρθηκαν ως τροφή μύδια, στη δεύτερη σύμπηκτα ενώ η τρίτη παρέμεινε σε ασιτία. Τα άτομα που διατράφηκαν με μύδια παρουσίασαν ικανοποιητική αύξηση, σε αντίθεση με τα άτομα που διατράφηκαν με σύμπηκτα τα οποία είχαν χαμηλή αύξηση.

NUTRITION AND GROWTH OF *NEPHROPS NORVEGICUS* UNDER LABORATORY CONDITIONS

I.T Karapanagiotidis., E. Mente, A. Stratakos, S. Badidos, D. Vafidis

ABSTRACT

Through the years crustacean aquaculture production has increased worldwide. *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) is an important aquaculture candidate species in Greece but the development of manufacturing feeds is limited by the lack of detailed information on its feeding and nutritional requirements. The aim of this study was to examine the feeding behavior and growth of *N. norvegicus* under laboratory conditions. The growth experiments were carried out at the Aquaculture station of the University of Thessaly. Adults were fed either with a pelleted or mussel diet at a level of 1% of body weight per day in dry weight. A group of starved *Nephrops* individuals was also stocked. Lobsters fed with mussels showed the highest growth and low mortality, while those fed with pellets showed a lower growth. The "Starvation" group despite the fact that showed the highest mortality (50 %), exhibited a remarkable tolerance to the lack of food supply.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια παραγωγή των καρκινοειδών από τις υδατοκαλλιέργειες έχει αυξηθεί σημαντικά, εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης από τις Η.Π.Α. και την Ιαπωνία. Το ενδιαφέρον για την εκτροφή των καρκινοειδών, οφείλεται στην υψηλή οικονομική και διατροφική αξία αυτών των τροφίμων. Η εκτροφή καρκινοειδών χαρακτηρίζεται αφενός μεν από αυξημένες πιθανότητες κέρδους, αφετέρου δε από μεγάλες απώλειες (Laubier A. & Laubier L., 1993). Αξίζει να σημειωθεί ότι η τροφή είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση του κόστους στις εκτροφές των καρκινοειδών (Chamberlain, 1996).

Από τα κυριότερα καρκινοειδή που εκτρέφονται είναι οι γαρίδες του γένους *Penaeus*, καθώς και καβούρια, των οποίων η αξία είναι δυσανάλογα μεγάλη σε σχέση με τη ποσότητά με την οποία παράγονται (FAO, 2006). Στη περίπτωση των αστακών, των караβίδων και των καβουριών, η εκτροφή τους πραγματοποιείται με την εκτατική και ημιεντατική μέθοδο, εξαιτίας κυρίως του γεγονότος ότι παρουσιάζουν έντονο κανιβαλισμό. Όσον αφορά την караβίδα του είδους *Nephrops norvegicus*, μέχρι σήμερα έχουν γίνει ελάχιστες μελέτες για την εκτροφή των νυμφών της (Sarda & Valladares, 1990; Rotllant *et al.*, 2001), έτσι ώστε να εκτραφούν στη συνέχεια μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος.

Οι στόχοι της έρευνας είναι να μελετηθεί η επίδραση της φυσικής (μύδια) και τεχνητής (σύμπηκτα) τροφής στην ανάπτυξη και επιβίωση του *Nephrops norvegicus* υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Η συλλογή 30 ισοβαρών ατόμων *N. norvegicus* πραγματοποιήθηκε στο Παρασητικό κόλπο με τη χρήση παγίδων (28 mm μάτι διχτυού). Αφού μετρήθηκε το υγρό βάρος σώματος (g) και το μήκος του κεφαλοθώρακα (mm), τα αλιευθέντα άτομα τοποθετήθηκαν σε ατομικές ειδικές παγίδες προς αποφυγή του κανιβαλισμού και κατόπιν μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

Έπειτα τα άτομα τοποθετήθηκαν σε 30 ατομικούς διχτυωτούς κλωβούς (20×13×20 cm) που ποντίστηκαν ανά 5 σε γυάλινα ενυδρεία χωρητικότητας 100 L το καθένα. Η θερμοκρασία του νερού διατηρούνταν στους 12 °C και η εκτροφή διήρκεσε 8 μήνες. Στα 10 άτομα προσφέρονταν κατεψυγμένα μύδια ως τροφή (ομάδα μυδιών), σε άλλα 10 άτομα προσφέρονταν σύμπηκτα (ομάδα συμπηκτων), ενώ τα άλλα 10 διατηρήθηκαν σε κατάσταση ασιτίας (ομάδα ασιτίας). Η κατανάλωση τροφής ήταν 1% του σωματικού βάρους/ημέρα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρατηρούμενη θνησιμότητα για τα άτομα που σιτίστηκαν (ομάδα μυδιών και ομάδα συμπηκτων) ήταν σχετικά χαμηλή (μικρότερη του 15%), ενώ η ομάδα που διατηρήθηκε σε ασιτία για συνολικά 8 μήνες παρουσίασε θνησιμότητα περίπου 50%. Επίσης, φάνηκε πως το *N. norvegicus* αν και στις πρώτες ημέρες εκτροφής του δεν αποδέχεται εύκολα κανένα είδος τροφής, εν τούτοις όταν εγκλιματιστεί αρχίζει να σιτίζεται αποδεχόμενο ευκολότερα την φυσική του τροφή (μύδια) παρά τα σύμπηκτα (τεχνητή τροφή εμπορίου). Το μέσο τελικό βάρος για τα άτομα που σιτίστηκαν με μύδια ήταν στατιστικά μεγαλύτερο ($P < 0.05$) από το αρχικό τους, με ειδικό ρυθμό αύξησης για την ομάδα αυτή ίσο με 0,11%. Το γεγονός αυτό φανέρωσε πως με τις παρούσες συνθήκες εκτροφής και διατροφής, όντως υπήρξε αύξηση-ανάπτυξη του είδους, αν και αυτή η αύξηση ήταν σχετικά χαμηλή. Το μέσο τελικό βάρος για τα άτομα που σιτίστηκαν με σύμπηκτα ήταν στατιστικά όμοιο ($P > 0.05$) από το αρχικό τους, με ειδικό ρυθμό αύξησης για την ομάδα αυτή πολύ χαμηλό ($< 0,01\%$), ενώ όπως ήταν φυσικό ο

ειδικός ρυθμός αύξησης για την ομάδα που διατηρήθηκε σε ασιτία ήταν αρνητικός που δηλώνει την απώλεια σωματικού βάρους.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν λιγιστές έως ελάχιστες έρευνες σχετικά με την εκτροφή (πάχυνση) του *Nephrops norvegicus*. Οι Rotland *et al.* (2001), πραγματοποίησαν έρευνα κατά την οποία επετεύχθη η εκτροφή μετανυμφών του είδους μέχρι το στάδιο V με χρήση φρέσκων εμπλουτισμένων ναυπλίων της *Artemia salina* ως τροφή. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν πως η караβίδα (*N. norvegicus*) είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό είδος σε συνθήκες αιχμαλωσίας, διότι η πρώτη αυτή προσπάθεια υδατοεκτροφής του έδειξε πως επιβιώνει σε υψηλό ποσοστό ακόμα και όταν διατηρείται σε ασιτία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η διατροφή του με φυσική τροφή (μύδια) έδειξε υποσχόμενα αποτελέσματα για μελλοντικές έρευνες στον τομέα αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bjornsson B. & M.A.D. Dombaxe, (2004). Quality of Nephrops as food for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) with possible implications for fisheries management, *ICES Journal of Marine Science* 61: 983-991.
- Chamberlain G. W., (1996). Investigacion de frontera en nutricion acuicola. In: *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*, Monterrey, N.L.Mexico (ed. by R. Mendoza, E. Cruz & M. Ricque), pp. 27-43. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, NL, Mexico.
- FAO (2006). State of world aquaculture 2006, FAO Fisheries Technical Paper. No. 500, Rome, Italy.
- Laubier A. & L. Laubier, (1993). Marine crustacean farming: present status and perspectives, *Aquat. Living Resour.* 6: 319-329.
- Rotland G., M. Chartier-Daures, G. Charmantier, K. Anger, F. Sarda, (2001). Effects of diet on *Nephrops norvegicus* (L.) larval and postlarval development, growth, and elemental composition, *Journal of shellfish research* 20 (1): 347-352.
- Rosa R. & M.L. Nunes, (2003). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus), *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 89-94.
- Sarda F. & F.J. Valladares, (1990). Gastric evacuation of different foods by *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda) and estimation of soft tissue ingested, maximum food intake and cannibalism in captivity. *Marine Biology* 104: 25-30.

PRELIMINARY RESULTS OF POPULATION DENSITY, BIOMETRY AND REPRODUCTIVE CYCLE OF *HOLOTHURIA TUBULOSA* (GMELLIN, 1788) IN PAGASITIKOS GULF.

G. Kazanidis, A. Lolas, A. Despotopoulou, N. Neofitou, D. Vafidis, C. Neofitou
Department of Ichthyology and Aquatic Environment, University of Thessaly, dvafidis@uth.gr

Abstract

The aim of the present study was to determine the population density, biometry and reproductive cycle of the species *Holothuria tubulosa* Gmellin, 1788 in the mobile substratum at the upper part of infralittoral zone in Pagasitikos Gulf. Samplings were carried out by scuba – diving, during June 2007 – March 2008, in Kato Gatzea area. Mean population density was 10.18(±3.66) ind / 100 m². The mean value of total length was 30.3(±6.09) cm, of total wet weight 217.10(±82.10) g, of body wall wet weight 108.10(±32.61) g, of digestive tract length 83.5(±18.91) cm and of peripharyngeal crown perimeter 53.5(±5.18) mm. The estimated biometric relationships followed negative allometry, with the total wet weight – body wall wet weight relationship showing the highest correlation coefficient (r=0.93). Spawning occurred at the end of the summer when water temperature was about 25 – 26°C.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ ΒΙΟΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΟΛΟΘΟΥΡΙΟΥ *HOLOTHURIA TUBULOSA* (GMELLIN, 1788) ΣΤΟΝ ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟ ΚΟΛΠΟ: ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

Γ. Καζανίδης, Α. Λόλας, Α. Δεσποτοπούλου, Ν. Νεοφύτου, Δ. Βαφείδης, Χ. Νεοφύτου
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, dvafidis@uth.gr

Περίληψη

Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η καταγραφή της πληθυσμιακής πυκνότητας, της βιομετρίας και του αναπαραγωγικού κύκλου του είδους *Holothuria tubulosa* Gmellin, 1788 στο κινητό υπόστρωμα της ανώτερης υποπαριακικής ζώνης του Παγασητικού Κόλπου. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με αυτόνομη κατάδυση μεταξύ Ιουνίου 2007 – Μαρτίου 2008 στην περιοχή Κάτω Γατζέα. Η μέση πληθυσμιακή πυκνότητα ήταν 10,18(±3,66) άτομα / 100 m². Η μέση τιμή του ολικού μήκους ήταν 30,3(±6,09) cm, του ολικού βάρους 217,10(±82,10) g, του βάρους του σωματικού τοιχώματος 108,10(±32,61) g, του μήκους του πεπτικού σωλήνα 83,5(±18,91) cm και της περιμέτρου του περιφaryγγικού δακτυλίου 53,5(±5,18) mm. Οι βιομετρικές συσχετίσεις που εξετάστηκαν ακολουθούν αρνητική αλλομετρία, ενώ η σχέση μεταξύ του ολικού βάρους σώματος και του βάρους σωματικού τοιχώματος παρουσίασε τον υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης (r=0,93). Η περίοδος της ωοτοκίας εντοπίστηκε στα τέλη της θερινής περιόδου όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν 25 – 26° C.

INTRODUCTION

The aspidochirote *Holothuria tubulosa* Gmellin, 1788 is a common echinoderm species in the Mediterranean Sea (Tortonese & Vadon 1987). The main type of habitat where the species is found is the seagrass beds of *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Gustato *et al.* 1982) while it is distributed on sand, silty sand and rocks of infralittoral and circalittoral zone (Koukouras & Sinis 1981, Simunovic *et al.* 2000). Moreover, *H.*

tubulosa is among species of high commercial value, since it has been exploited as fish bait in the Mediterranean or imported in Japan where is consumed after processing (Tortonese & Vadon 1987). However, existing information as regards its natural stocks is limited to the effect of type habitat (Bulteel *et al.* 1992, Simunovic *et al.* 2000), hydrographic conditions (Bulteel *et al.* 1992, Simunovic & Grubelic 1998) on population dynamics and reproductive cycle (Bulteel *et al.* 1992, Despalatovic *et al.* 2004). In the Aegean Sea, existing information is limited to its geographical and bathymetrical distribution (Koukouras & Sinis 1981).

Due to this great absence of data, the present study deals with population dynamics of the species *H. tubulosa* in Pagasitikos Gulf, focusing on the description of density between 6 – 8 m, biometry and reproductive cycle.

MATERIALS & METHODS

The present study was conducted in Pagasitikos Gulf. Following a preliminary assessment of many seashore stations, Kato Gatzea was chosen (N 39°18'457'' E 23°05'869'') (Fig. 1). In this area, the substratum is mainly sand, silty – sand and mixed with a scarce *Zostera sp.* meadow. Although the presence of individuals was intense, the population's bathymetric distribution was limited to the upper 10 m. As a result, the research was conducted between 6 - 8 m. Eleven samplings were carried out by scuba – diving on a monthly or fortnightly basis (June 2007 – March 2008). At each sampling, bottom temperature was recorded while 20 individuals were collected randomly. Population density was measured as number of individuals / 100 m² using 10 (10 m²) quadrate plots.

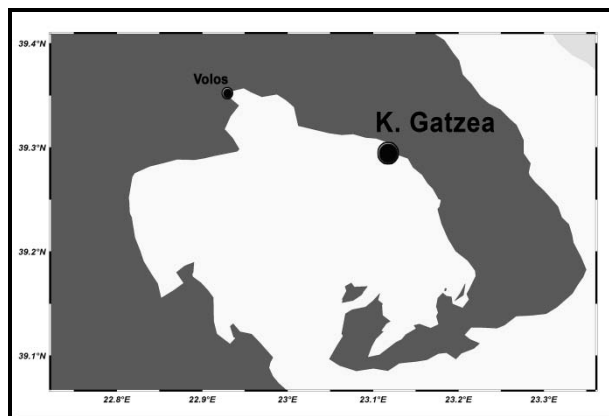


Fig. 1: Sampling station in Kato Gatzea, Pagasitikos Gulf (N 39°18'457'' E 23°05'869'').

Total length was measured underwater from mouth to anus with ± 0.1 cm precision, with care to avoid body contraction and then specimens were put into individual plastic bags (Despalatovic *et al.* 2004). In the laboratory, the sample was examined recording: total wet weight (Tww), digestive tract length (DL), peripharyngeal crown perimeter (PCC), body wall wet weight (Bww) and gonad wet weight (Gww). These measurements were used for the establishment of size frequency distributions and for the estimation of allometric relationships. The identification of sex was based on the macroscopic features of the gonad (Despalatovic *et al.* 2004) while the reproductive

status of the population was assessed using the gonad index (GI), expressed as the percentage ratio of gonad wet weight to the body wall wet weight (Shiell & Uthicke 2006).

The null hypothesis that biometric characters were the same between sexes was tested with t-test while biometric characters and gonad index variance were tested with one-way ANOVA (Zar 1984).

RESULTS & DISCUSSION

Overall, 233 individuals were collected and measured. The mean value of population density was $10.18(\pm 3.66)$ individuals / 100 m^2 . The maximum value (20) was recorded in July 2007 while the minimum one (5) in September of the same year. The mean value of density is considered rather low compared to those inferred from other locations in the western Mediterranean (Coulon & Jangoux 1993). These low density values are probably related to the absence of *P.oceanica* meadows, which constitute the main habitat of *H. tubulosa* and to the high participation of silty-sand in the substratum (Gustato *et al.* 1982, Bulteel *et al.* 1992). The high participation of silty sand in greater depth may also limit the population's presence to the upper 10 m (Simunovic *et al.* 2000).

Statistical analysis (t-test) showed no significant differences between the sexes ($p > 0.05$). Consequently, the results presented are based on the entire collection of individuals (Table 1). The absence of external sexual dimorphism in *H. tubulosa* is in accordance with previous findings (Despalatovic *et al.* 2004).

Table 1: Biometric parameters and statistics of *Holothuria tubulosa* in Kato Gatzea (Pagasitikos Gulf) (SD: Standard Deviation, TL: Total Length, Tww: Total wet weight, Bww: Body wall wet weight, DL: Digestive tract Length & PCC: Peripharyngeal Calcareous Crown perimeter).

Values	TL ($\pm 0.1 \text{ cm}$)	Tww ($\pm 0.01 \text{ g}$)	Bww ($\pm 0.01 \text{ g}$)	DL ($\pm 1 \text{ cm}$)	PCC ($\pm 1 \text{ mm}$)
Mean(\pm SD)	30.3 (± 6.09)	217.1 (± 82.10)	108.1 (± 32.61)	83.5 (± 18.9)	53.5 (± 5.18)
Minimum	13.8	69.5	39.5	32.0	36.0
Maximum	49.4	508.6	208.5	147.5	81.0
ANOVA(time)	F=5.03 $p < 0.05$	F=13.24 $p < 0.05$	F=9.20 $p < 0.05$	F=6.80 $p < 0.05$	F=5.06 $p < 0.05$

The biometric characters showed significant differences among samplings (Table 1). Population dynamics analysis was based on total wet weight measurements. This was on the one hand due to the reliability of this parameter and on the other hand due to the variability of total length (Conand 1981) and complicated measurements of digestive tract length and calcareous crown perimeter. Total wet weight analysis showed distinguished peaks during autumn and winter periods while in summer period there was an equal distribution tendency (Fig. 2).

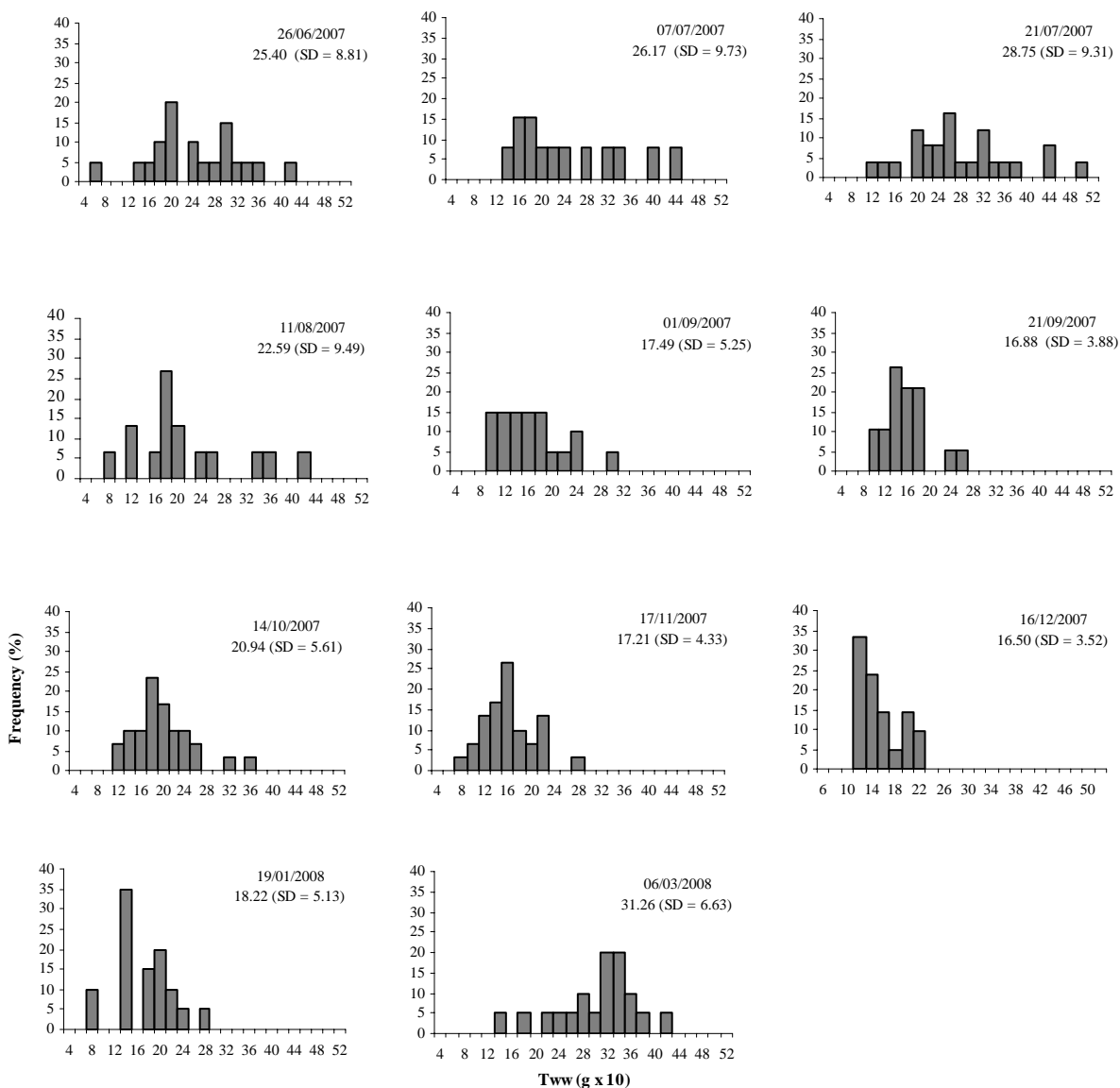


Fig. 2: Size – frequency distribution of the total wet weight (g x 10) of *Holothuria tubulosa* in Kato Gatzia (Pagasitikos Gulf) by sample.

The examined biometric relationships followed negative allometry ($b < 3$), since the relative growth rate of each pair of parameters differed while the pair total wet weight – body wall wet weight showed the highest correlation coefficient (Fig. 3).

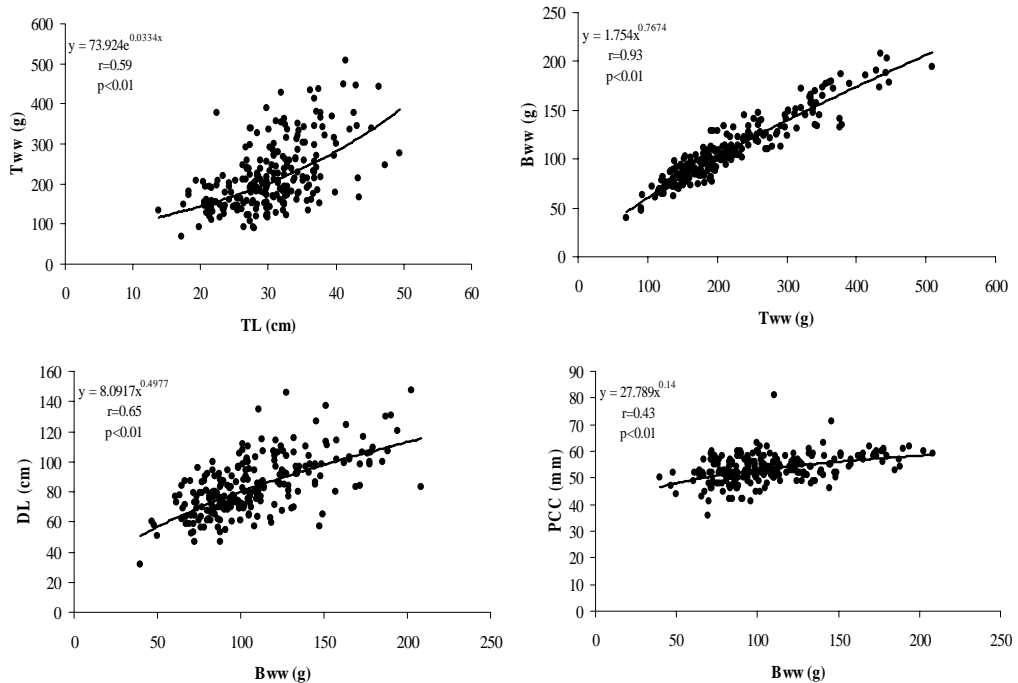


Fig. 3: Biometric relationships of *Holothuria tubulosa* in Kato Gatzea (Pagasitikos Gulf) (n=233, r = correlation coefficient, TL: Total Length, Tww: Total wet weight, Bww: Body wall wet weight, DL: Digestive tract Length & PCC: Peripharyngeal Calcareous Crown perimeter).

Sex ratio was not different from 1:1, similarly to other populations of *H. tubulosa* (Despalatovic *et al.* 2004). The examination of sex ratio was based on summer samples since identification of sex was difficult during spring (developing stage), autumn (spawning stage) and winter months (total absorption of the gonad) (Fig. 4). The mean value of gonad index showed significant differences among samplings (F=19.99, p<0.05) with greatest values appearing during July and August.

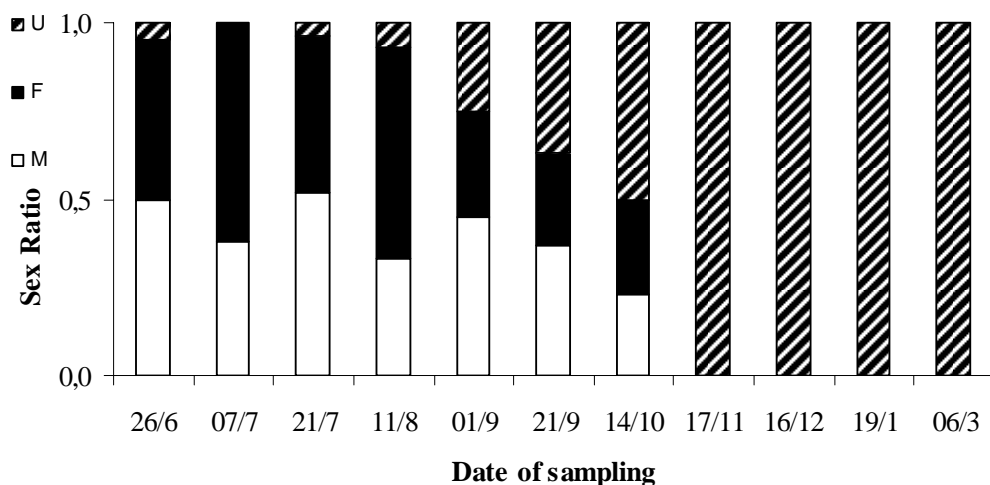


Fig. 4: Sex ratio of *Holothuria tubulosa* in Kato Gatzea (Pagasitikos Gulf) by sample (M= Male, F=Female, U=Unidentified sex).

Subsequently, spawning occurred at the end of the warm period when water temperature was about 25 – 26°C (Fig. 5). Similar pattern has been reported in many Mediterranean areas (Bulteel *et al.* 1992, Despalatovic *et al.* 2004).

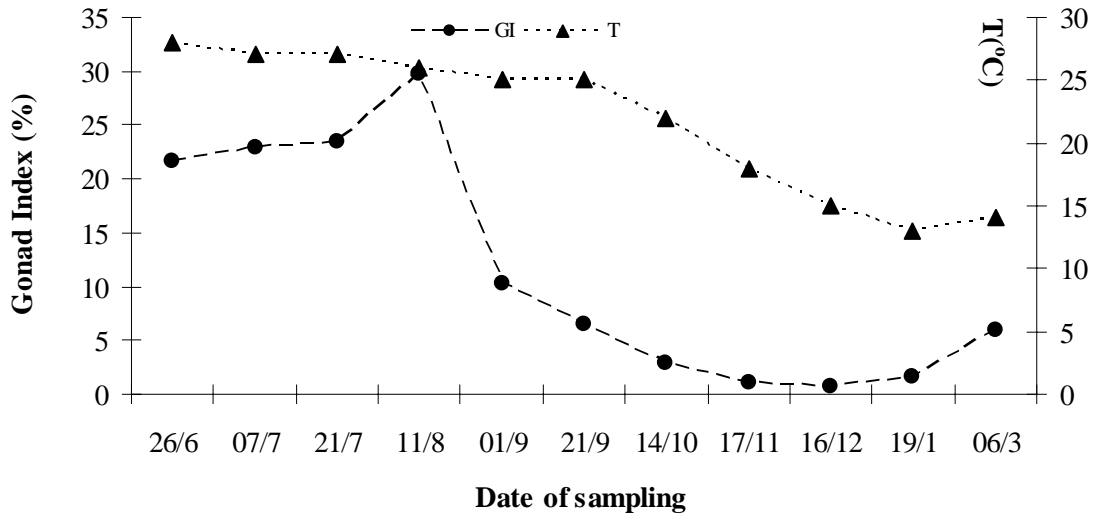


Fig. 5: Temporal changes in mean gonad index of *Holothuria tubulosa* and temperature in Kato Gatzea (Pagasitikos Gulf) (GI= Gonad Index & T= temperature).

CONCLUSIONS

The main population characteristics of *H. tubulosa* in Kato Gatzea could be summarised as follows: the mean density value was 10.18(± 3.66) individuals / 100 m² while bathymetrical distribution of the species was limited to the upper 10 m. Also, external sexual dimorphism should be excluded - the mean value of total length was 30.3(±6.09) cm, of total wet weight 217.10(±82.10) g, of body wall wet weight 108.10(±32.61) g, of digestive tract length 83.5(±18.91) cm and of peripharyngeal crown perimeter 53.5(±5.18) mm. Moreover, all the biometric relationships showed negative allometry while the pair of total wet weight – body wall wet weight had the highest correlation coefficient (r=0.93). Finally, spawning occurred at the end of the warm period, when water temperature was about 25 – 26°C.

REFERENCES

- Bulteel P., M. Jangoux, P. Coulon, (1992). Biometry, bathymetric distribution, and reproductive cycle of the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in Mediterranean seagrass beds. *Marine Ecology* 13(1): 53-62.
- Conand C., (1981). Sexual cycle of three commercially important holothurian species (Echinodermata) from the lagoon of New Caledonia. *Bulletin of Marine Science* 31: 523-543.
- Coulon P., M. Jangoux, (1993). Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progress Series* 92: 201-204.
- Despalatovic M., I. Grubelic, A. Simunovic, B. Antolic, A. Zuljevic, (2004). Reproductive biology of the holothurian *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 409-414.
- Gustato G., A. Villari, S. Del Claudio, P. Pedata, (1982). Ulteriori dati sulla distribuzione di *Holothuria tubulosa*, *Holothuria poli* e *Holothuria stellati* nel Golfo di Napoli. *Boll.Soc.Nat.Napoli* 91: 1-14.
- Koukouras S.A., I.A. Sinis, (1981). Benthic fauna of the North Aegean Sea II. *Crinoidea* and *Holothuroidea* (Echinodermata). *Vie Milieu* 31(3-4) : 271 – 281.
- Shiell G.R., S. Uthicke, (2006). Reproduction of the commercial sea cucumber *Holothuria whitmaei* [Holothuroidea: Aspidochirotida] in the Indian and Pacific Ocean regions of Australia. *Marine Biology* 148: 973-986.
- Simunovic A., I. Grubelic, (1998). A contribution to the knowledge of the species *Holothuria tubulosa* Gmellin, 1788 (Holothuria, Echinodermata) in the coastal area of the central eastern Adriatic. *Acta Adriatica* 39(1): 13-23.
- Simunovic A., C. Piccinetti, M. Bartulovic, I. Grubelic, (2000). Distribution and abundance of the species *Holothuria tubulosa* Gmellin, 1788 and *Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1823 (Holothuria, Echinodermata) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 41: 3-16.
- Tortonese E., C. Vadon, (1987). Oursins et Holothuries. P. 743-760. In: *Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche* (revision 1)-Mediterranee et Mer Noire. Zone de peche 37. Volume I/ W. Fischer, M.L. Bouchon & M. Schneider (Eds). FAO publications, Rome.
- Zar J.H., (1984). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 718 p.

ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΓΕΝΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΟΥ *Helix aspersa* (PETIS GRIS-KΡΗΤΙΚΟΣ ΚΟΧΛΙΟΣ) ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

Α. Δεσποτοπούλου, Α.Π. Λόλας, Μ. Χατζηγιάννου και Χ. Νεοφύτου
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ιχθυολογίας –
Υδροβιολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας mxatzi@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η εξέλιξη του γεννητικού συστήματος σε σχέση με το ρυθμό αύξησης του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa* σε μονάδα αναπαραγωγής και εκτροφής (διχτυοκήπιο πάχυνσης). Χρησιμοποιήθηκαν τρεις ομάδες εκτρεφόμενων F₁ γενιάς (ηλικίας 3 ½, 4 ½ και 6 μηνών), εμπορικού μεγέθους (D= 30,09 mm, W= 10,35 g, n= 37) και μια ομάδα γεννητόρων ηλικίας 12 μηνών (D= 29,60 mm, W= 9,17 g, n= 41). Ο μέσος όρος του ολικού βάρους του γεννητικού συστήματος των ανώριμων ήταν 764,51 mg ενώ ο μέσος όρος του βάρους του λευκωματογόνου ήταν 349,45 mg και δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις τρεις ηλικίες που εξετάστηκαν. Για τους γεννήτορες, ο μέσος όρος του ολικού βάρους του γεννητικού συστήματος υπολογίστηκε ίσος με 1702,90 mg, ενώ ο μέσος όρος του βάρους του λευκωματογόνου ίσος με 698,91 mg. Από την ιστολογική μελέτη της γονάδας διαπιστώθηκε ότι ένα μικρό ποσοστό των σαλιγκαριών που αναπτύχθηκαν κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες εκτροφής, φτάνουν σε γεννητική ωριμότητα σε ηλικία 3 έως 6 μηνών, ενώ σε ηλικία 12 μηνών ωριμάζει το σύνολο των σαλιγκαριών.

DEVELOPMENT STAGES OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF THE TERRESTRIAL GASTROPOD *Helix aspersa* IN CONTROL REARED CONDITIONS

Despotopoyloy A., Lolas A.P., Hatziiioannou M., Ch.Neofitou

ABSTRACT

The development of the genital system in relation with the growth rate of the edible snail *Helix aspersa* was studied. Juvenile farm-reared snails (age: 3 ½, 4 ½ and 6 months), were used as the study population (D= 30,09 mm, W= 10,35 g, n= 37) and 41 adults (age: 12 months) farm-reared snails was used as control (D= 29,60 mm, W= 9,17 g). The mean average of the total weight of the genital system and the weight of the albumin gland for the study population was 764,51 mg and 349,45 mg, respectively. The mean average of the total weight of the genital system and the weight of the albumin gland for the control population was 1702,90 mg and 698,91 mg, respectively. The histological analysis on the gonads, using the Hematoxylin – Eosin stain show that the studied rearing conditions lead the snails to reach reproductive maturity 3 - 6 months after hatching.

Keywords: Snail farming, *Helix aspersa*, genital

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκτροφή σαλιγκαριών έχει μεγάλη οικονομική σημασία και απαιτεί μια αξιόλογη επένδυση σε χρόνο, εξοπλισμό και πόρους. Σε πολλές χώρες (Ιταλία, Ισπανία, Αυστραλία) έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι εκτατικής και εντατικής εκτροφής σαλιγκαριών *Helix aspersa* (Begg and Mcinness, 2003: Elmslie, 1989). Η μεικτή εκτροφή αυτού του είδους εφαρμόζεται στη Γαλλία, την Αυστραλία και στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τη

μέθοδο αυτή, ο γόνος παράγεται σε ελεγχόμενο περιβάλλον και έπειτα μεταφέρεται σε διχτυοκήπια ή εξωτερικά πάρκα για την πάχυνση (Gogas *et al.*, 2003; Murphy, 2001). Από τα αποτελέσματα που υπάρχουν μέχρι σήμερα για την εκτροφή του *H. aspersa* στην Ελλάδα, είναι γνωστό ότι τα σαλιγκάρια φθάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος σε διάστημα 4 -6 μηνών (Gogas *et al.*, 2003). Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η εξέλιξη των μορφομετρικών χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος του *H. aspersa* από το στάδιο του γόνου έως το εμπορικό μέγεθος και την αναπαραγωγή σε σαλιγκάρια που προήλθαν από μονάδα εκτροφής.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τη μελέτη της αύξησης και της εξέλιξης του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *H. aspersa* χρησιμοποιήθηκαν σαλιγκάρια (N= 78) F₁ γενιάς που προήλθαν από την ίδια εργαστηριακή εκτροφή και αναπτύχθηκαν σε διχτυοκήπιο πάχυνσης. Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις (4) δειγματοληψίες και εξετάστηκαν συνολικά 78 σαλιγκάρια διαφορετικής ηλικίας, αλλά εμπορεύσιμου μεγέθους (μεγάλη διάμετρος κελύφους D > 25mm) και βάρους (W> 8g). Τα τρία (3) δείγματα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών συλλέχθηκαν από το διχτυοκήπιο τέλη Ιουλίου 2007, τέλη Αυγούστου 2007 και αρχές Οκτωβρίου 2007 δηλαδή σε ηλικίες 3,5 μηνών, 4,5 μηνών και 6 μηνών αντίστοιχα. Η μέση διάμετρος του κελύφους ήταν D= 30,09 mm και το μέσο βάρος τους ήταν W= 10,35 g, (n= 41). Η ομάδα γεννητόρων ηλικίας 12 μηνών που εξετάστηκε (D= 29,60 mm, W= 9,17 g, n= 37) διατηρήθηκε στο εργαστήριο του Τμήματος σε συνθήκες χειμερίας νάρκης πριν εισαχθεί σε κλωβούς αναπαραγωγής.

Σε κάθε σαλιγκάρι αρχικά καταγράφηκε η παρουσία αναδίπλωσης του χείλους του στομίου του κελύφους (περιστομίου), ένα μορφολογικό χαρακτηριστικό που δηλώνει το πέρας της αύξησης και την ωρίμανση του γεννητικού συστήματος. Για την απομόνωση του γεννητικού συστήματος τα ζώα αναισθητοποιούνταν με γαρυφαλέλαιο (30 σταγόνες γαρυφαλέλαιο διαλυμένες σε 200ml νερού) για τουλάχιστον 2 ώρες (Bojat *et al.*, 2001) και ζυγίζονταν το ολικό βάρος του γεννητικού συστήματος και το βάρος του λευκωματογόνου αδένου.

Η μονιμοποίηση της γονάδας προκειμένου να γίνει ιστολογική μελέτη έγινε σε διάλυμα φορμαλδεΰδης 4%. Η εκτίμηση του σταδίου γεννητικής ωρίμανσης έγινε στο μικροσκόπιο μετά από τη χρώση των ιστολογικών παρασκευασμάτων της γονάδας με τη μέθοδο Αιματοξυλίνης- Ηωσίνης (Bojat *et al.*, 2001).

Στα δεδομένα των παραπάνω μετρήσεων έγινε στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης και τον έλεγχο Tukey-Kramer HSD.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το μέσο βάρος του γεννητικού συστήματος των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών ηλικίας 3,5 έως 6 μηνών που εξετάστηκαν, ήταν 764,51 mg ενώ ο μέσος όρος του βάρους του λευκωματογόνου αδένου ήταν 349,45 mg. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα δυο αυτά χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος ανάμεσα στις τρεις ηλικίες που εξετάστηκαν (ANOVA, n=41: F=0,27, P=0,76, για το βάρος του γεννητικού συστήματος και F=0,17, P=0,84 για το βάρος του λευκωματογόνου). Το μέσο βάρους

του γεννητικού συστήματος των γεννητόρων ηλικίας ενός έτους ήταν 1702,90 mg, και το μέσο βάρος του λευκωματογόνου ήταν 698,91 mg μεγέθη διπλάσια από Το βάρος του λευκωματογόνου αδένα στα ζώα ηλικίας ενός έτους διέφερε στατιστικά σημαντικά ($P=0,0066$, $n=37$) μεταξύ αυτών που είχαν ήδη αποθέσει αυγά (593,5 mg) και όσων δεν είχαν γεννήσει (962,3 mg).

Περιστόμιο

Η συχνότητα εμφάνισης της αναδίπλωσης του περιστομίου βρέθηκε αντιστρόφως ανάλογη με την ηλικία στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια. Συγκεκριμένα το 80% των σαλιγκαριών που έφθασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος σε ηλικία 3,5 μηνών (Δείγμα Ιουλίου 2007) είχαν γυρισμένο περιστόμιο ενώ το αντίστοιχη ποσοστό σε ηλικία 4,5 μηνών ήταν μόνο 20%. Τα ζώα που έφθασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος σε ηλικία 6 μηνών είχαν τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης γυρισμένου περιστομίου (11%). Η θετική αυτή συσχέτιση του ρυθμού ανάπτυξης σώματος με αυτόν του γεννητικού συστήματος καταγράφηκε και από τους Jess and Marks (1998) που παρατήρησαν, σε πειραματική εκτροφή του *H. aspersa*, ότι τα ζώα που μεγαλώνουν πιο αργά έφταναν και πιο αργά στη γεννητική ωρίμανση, σύμφωνα με το εξωτερικό μορφολογικό κριτήριο της αναδίπλωσης του περιστομίου.

Ιστολογική μελέτη της γονάδας.

Η μικροσκοπική εξέταση των διαδοχικών τομών της γονάδας του *H. aspersa* έδειξε ότι στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια ηλικίας 3,5 μηνών η γονάδα περιείχε σπερματογόνια και ωογόνια. Για το σύνολο των γονάδων από τα ζώα των 4,5 μηνών, βρέθηκε ότι υπάρχουν ωοκύτταρα που περιβάλλονται από ωοθυλάκια και έχουν πλησιάσει τη περιφέρεια των λοβιδίων, σπερματογόνια σε μεγάλο αριθμό και σπερματοκύτταρα που τείνουν να μετατραπούν σε σπερματίδες. Στις τομές των γονάδων εκτρεφόμενων σαλιγκαριών ηλικίας 6 μηνών διακρίνονταν λοβίδια και σε κάθε λοβίδιο υπήρχαν σπερματοκύτταρα, σπερματίδες, σπερματογόνια και ωάριο που άρχιζε να εξέρχεται από το ωοθυλάκιο στο εσωτερικό του λοβιδίου της γονάδας. Στους γεννήτορες υπήρχαν σπερματογόνια και ωοκύτταρα που διατάσσονταν στη περιφέρεια του λοβιδίου. Από τις παρατηρήσεις που έγιναν στα ιστολογικά παρασκευάσματα της γονάδας των εξεταζόμενων ζώων, στη παρούσα εργασία, τα αποτελέσματα συμπίπτουν με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας (Bride and Gomot 1991: Gomot and Enee, 1980) για τα στάδια ανάπτυξης του γεννητικού συστήματος στο ίδιο είδος.

Συμπερασματικά, ένα μικρό ποσοστό των σαλιγκαριών που αναπτύχθηκαν κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες εκτροφής, φτάνουν σε γεννητική ωριμότητα σε ηλικία 3 έως 6 μηνών. Η ανατομή του γεννητικού συστήματος επιβεβαίωσε ότι κανένα από τα σαλιγκάρια δεν είχε ζευγαρώσει μέχρι την ηλικία των έξι μηνών ενώ σε ηλικία 12 μηνών ωριμάζει και αναπαράγεται μεγάλο ποσοστό των σαλιγκαριών εκτροφής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Begg, S. & P. McInness, 2003. Farming Edible Snails - Lessons from Italy. *Publication No. 03/137, Printed by Union Offset Printing, Canberra, Australia*:1-13.
- Bojat, N.C., U. Sauder, & M. Haase, 2001. The spermathecal epithelium, sperm and their interactions in the hermaphroditic land snail *Arianta arbustorum* (Pulmonata, Stylommatophora). *Zoomorphology*. 120:149–157.
- Bride, J. & L. Gomot, 1991. Asynchronisme du development du tractus genital de l'escargot *Helix aspersa* pendant la croissance et la reproduction. *Reproduction. Nutrition Devellopment*, 31: 81-96.
- Elmslie, L.J., 1989. Snail farming in field pens in Italy. *British Crop Protection Council Monograph*, 41:19-25.
- Gogas, A., M. Hatzioannou, & M. Lazaridou, 2003. Heliculture of *Helix aspersa* in Geece. *Slugs and snails in world agriculture (Symposium proceedings)*, British Crop Protection Council Monograph, 80: 61-95.
- Gomot, J. & F. Enee, 1980. Biologie de la Reproduction de l'escargot *Helix aspersa* Muller: Les Phases de Croissance et la Differentiation sexuelle. *ATTI Accademia Fisiocritici Siena*.
- Jess, S. & R.J. Marks, 1998. Effect of temperature and photoperiod on growth and reproduction of *Helix aspersa* var. maxima. *Cambridge University Press. Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 130: 367-372.
- Murphy, B., 2001. Breeding and Growing Snails Commercially in Australia. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. *RIRDC Publication No. 00-188*. <http://www.rirdc.gov.au/reports/NAP/00-188.htm>.

FISH WELFARE: STRESS EVALUATION USING ALKALINE COMET ASSAY

Malandrakis E.E., Kavouras M., Kassimatis D., Dadali O., Chatzipli C., Golomazou E., Exadactylos A., Panagiotaki P.

Department of Ichthyology & Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Fytokou Str., 38446, Nea Ionia Magnesias, Hellas

ABSTRACT

The comet assay, which is also called the single cell gel assay (SCG), is lately used in order to detect and quantify DNA damage of single cells in micro-gel electrophoresis. It consists of the following steps: the preparation of cell suspension, the preparation of agarose gel in a microscope plate, cell lysis, unwinding of the DNA and microscopic analysis of the image processing system under fluorescence. Comet assay is used for the detection of DNA damage in various types of cells under stressful conditions. Stress induces the activation of enzymes such as endonucleases and topoisomerases (e.g., through elevation of intracellular free calcium) may give rise to strand breaks as will increases in the level of endogenous reactants such as superoxide radical and nitric oxide. Stress is of major importance in aquaculture production, and the lack of agreement about its quantification still continues.

ΕΥΖΩΙΑ ΙΧΘΥΩΝ: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΤΡΕΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΗΤΗ ΣΕ ΑΛΚΑΛΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Μαλανδράκης Ε.Ε., Κάβουρας Μ., Κασιμάτης Δ., Ντανταλή Ο., Χατζηπλή Κ., Γκολομάζου Ε., Εξαδάκτυλος Α., Παναγιωτάκη Π.

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Οδός Φυτόκου, 38446, Νέα Ιωνία Μαγνησίας, Ελλάς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνική του κομήτη, γνωστή και ως SCG, χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και την ποσοτικοποίηση της βλάβης του DNA σε απομονωμένα κύτταρα, με την ηλεκτροφόρηση σε πηκτική αгарόζη. Συνοπτικά αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα: την προετοιμασία του κυτταρικού αιωρήματος, την επικάλυψη της αντικειμενοφόρου πλάκας με πηκτική αгарόζη, την κυτταρική λύση, την αποπεριέλιξη του DNA, και την ανάλυση της εικόνας σε μικροσκόπιο φθορισμού. Η ανάλυση του κομήτη χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της βλάβης του DNA σε διάφορους τύπους κυττάρων υπό συνθήκες στρες. Το στρες προκαλεί την ενεργοποίηση ενζύμων όπως οι ενδονουκλεάσες και οι τοποϊσομεράσες (μέσω της αύξησης του ενδοκυτταρικού Ca^{++}) οι οποίες αυξάνουν το ποσοστό κερματισμού του DNA. Αιτία της ενεργοποίησης των ενζύμων αυτών, αποτελεί η αύξηση των επιπέδων ενδογενών ενώσεων, όπως τα υπεροξειδία, οι ελεύθερες ρίζες και το μονοξειδίο του αζώτου. Το στρες των εντατικά εκτρεφόμενων ιχθύων είναι γεγονός υψίστης σημασίας στις υδατοεκτροφές και η ποσοτικοποίηση του αποτελεί αντικείμενο συζήτησης στη διεθνή βιβλιογραφία.

INTRODUCTION

Animal welfare is by no means a reason for scientific debate, engaging aquaculture experts worldwide. The two major issues nowadays are the definition of animal welfare and its unbiased assessment. There is no direct approach of measuring welfare, nevertheless a wide range of physiological, biochemical and behavioral parameters are used for its evaluation (Ashley, 2007). Stress in rearing conditions is definitely an indicator of poor welfare. Among others, a technique to determine genotoxic effects induced by stressors is the comet assay (Figure 1). Comet assay or single cell gel electrophoresis (SCGE) is a rapid, robust and inexpensive method for detecting DNA strand breaks. The DNA damage can be a reflection, not only of direct strand breakage, but also of alkali-labile sites and of repair enzyme-mediated breakage.

METHODS AND MATERIALS

Cell extraction

The liver is extracted from fish and placed in cold HBSS balanced solution (Mg^{++} , Ca^{++} free) on ice. The tissue is injected with collagenase (CLS Type I) 0.04% for digestion. Afterwards the sample is incubated for 15 min and then posed in petri plate

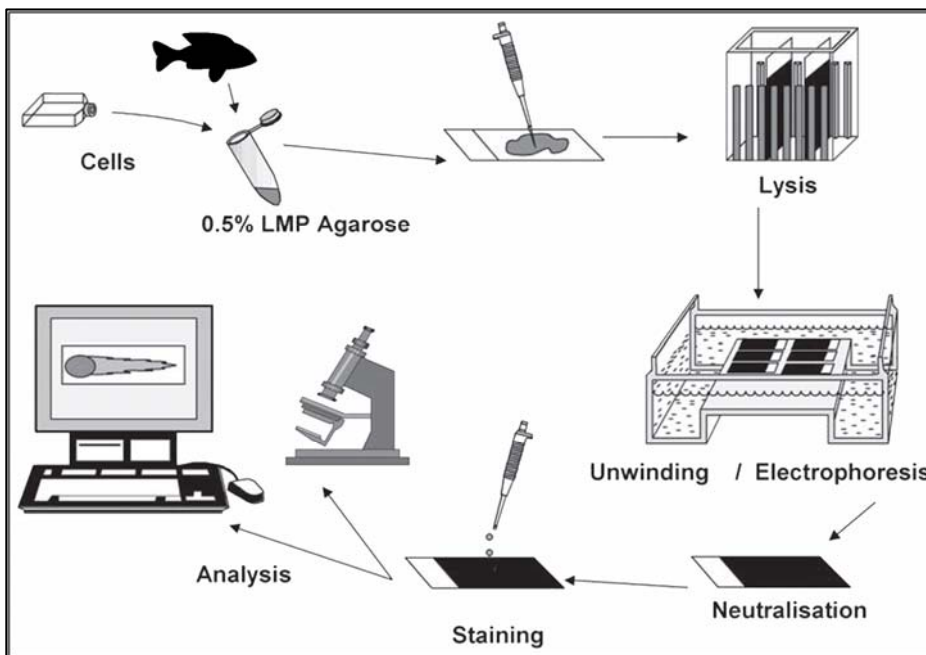


Figure 1 Flow diagram of the comet assay

and sliced in small pieces. Both sample and solution, are transferred in a beaker and stirred for 30 min. The cell suspension is filtered through a sterilized bandage in a centrifuge tube, followed by centrifugation at 2000 rpm and the remaining pellet is resuspended in 10 ml PBS (phosphate buffer saline). Centrifugation and resuspension are

repeated for 2 additional times. All manipulations are carried out on ice, unless otherwise mentioned (Baksie and Fazier, 1990; Devaux *et al.*, 1997; Mitchelmore and Chipman, 1998).

Microscope slides preparation

Microscope slides pre-treated with 40 μ l of 0.5% NMP agarose prepared in phosphate-buffered saline (PBS) evenly spread are air-dried and cell suspension (20 μ l) mixed with 80 μ l of low melting point agarose in PBS kept at 37 °C is pipetted over the slides. Slides are covered and left on ice (Tice *et al.*, 2000).

Cell lysis and electrophoresis

Slides with the stabilized cells are then rinsed in lyse solution (NaCl 2.5M, EDTA 100mM, Tris-Base 10mM, 100X Triton 1%, DMSO 10%v/v, pH 8) for 1 hour at 4°C. All operations are conducted under dim light. The slides are placed in a horizontal gel electrophoresis tank containing freshly prepared cold electrophoresis buffer (0.075 mM EDTA and 300 mM NaOH, pH>12). The nuclei are incubated 20 min to facilitate DNA unwinding prior to electrophoresis at 25 V – 300 mA for 15 min at 4 °C. Electrophoresed slides are then soused in neutral buffer (TrisBase 0.4M, pH 7.5) for 15min in order to remove any remaining EDTA. The slides are stained with 50 μ l ethidium bromide (20 μ g ml⁻¹) for 5 min, dipped in ice-cold water to remove the excess of ethidium bromide and covered with a cover slip (McKelvey-Martin *et al.*, 1993).

DNA damage quantification

For each slide, 100 randomly chosen nuclei are analyzed using a fluorescence microscope with an excitation filter 515 – 560 nm and a barrier filter of 590 nm. A computerized image analysis system (CASP, open source) is employed (Figure 2). The tail moment (TM) is commonly used as the measure of DNA damage. A minimum of 3 biological replicates is taken for each treatment and from each replicate two SCGE slides are prepared. In total, 600 nuclei are analyzed per treatment.

This technique permits quantification of DNA damage by evaluating the Tail Moment (TM) parameter of the comet assay. TM considers both tail length and fraction of DNA in the comet tail (Singh *et al.* 1988), is defined as DNA product in the tail, and is calculated according to the following formula:

$$TM = (\text{tail intensity}/\text{total comet intensity}) \times (\text{tail center of gravity}-\text{head center}),$$

Where the percentage of DNA migrated into the tail (i.e., tail intensity/total comet intensity) is multiplied by the mean distance of migration in the tail (i.e., the distance between the tail center of gravity, which is the sum of tail positions divided by the number of points and the head center).

APPLICATIONS

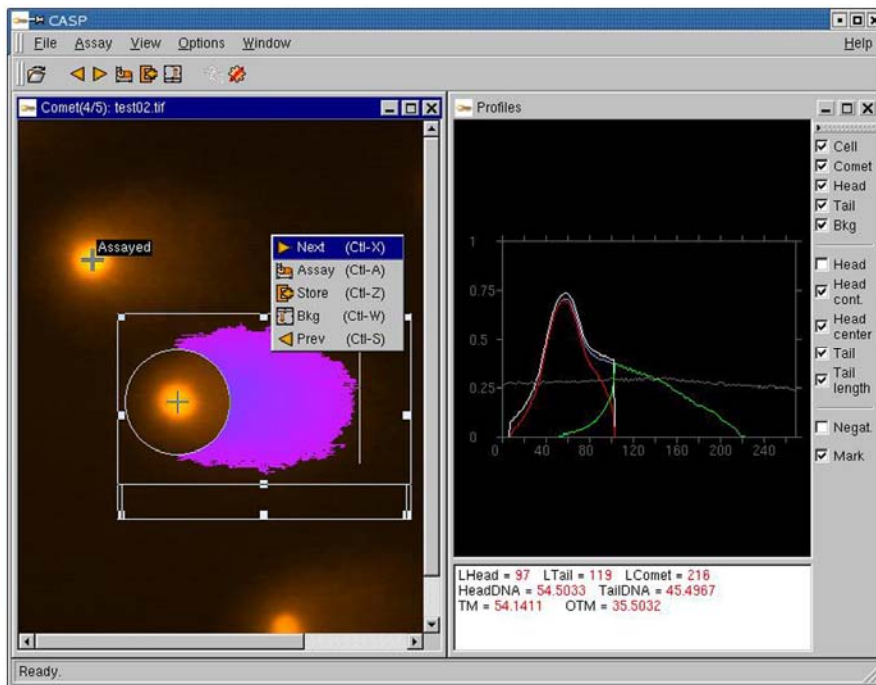


Figure 2 Image analysis using CASP

This technique is applicable in various cell types of vertebrate and invertebrate aquatic species, following *in vitro* and *in vivo* exposures under laboratory conditions.

It has been demonstrated that various isolated cells from aquatic species respond to a range of direct-acting (not requiring metabolic activation) and indirect acting agents. The fact that DNA strand breakage has also been caused by compounds that require metabolic activation, in various cells *in vitro* also reflects the metabolic activation capacity of the cell types employed. DNA strand breakage has also been seen in cells following various laboratory exposures of fish *in vivo* (Mitchelmore and Chipman, 1998b).

The fact that *in vivo* exposures have led to an increase in strand breakage (as detected by a range of techniques) is important for the use of this parameter as part of a biomonitoring strategy. Clearly, sufficient concentrations of chemical (or in many cases reactive metabolite), even from single doses or from spiked sediment exposures, can reach the cells under study. The DNA damage produced from a range of compounds can be manifested as strand breakage, and is sufficiently persistent to be retained during cell isolation. The biochemical and physical factors that can influence genotoxicity in different individuals have been discussed by Zaleski et al (1991). In particular, metabolizing enzymes that are involved in both metabolic activation and detoxification are known to vary dramatically in response to environmental conditions in fish. Important influences are temperature, stress, diet, reproductive activity and the presence of inhibitors and inducing agents.

In conclusion the comet assay is a sensitive, rapid and economic technique for the detection of strand breakage, which is ideally suited as a non-specific biomarker of genotoxicity in fish and other aquatic species. It has been used successfully to reflect a range of in vivo exposures in a range of species. However, there is now a need for more comprehensive field studies supported by adequate information on chemical exposures. There is also a potential to exploit the assay for more detailed information on cell-specific effects, inter-individual variability, and on the persistence of lesions that can be expressed as strand breakage under alkali conditions. Finally there are many studies demonstrating an association between DNA strand damage and various biological genotoxic factors present in the field. Comet assay is a pivotal method in order to measure DNA damage as a contributor to irreversible toxicity, to detect characteristic rates of mutation and to estimate repair enzyme-mediated breakage. Further more it is a rapid and sensitive tool, to evaluate genotoxic effects related with stressful conditions.

REFERENCES

- Ashley P.J., (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behavior Science*, 104:199–235
- Baksi S.M. and J.M. Frazier, (1990). Isolated hepatocytes—model systems for toxicology research. *Aquatic Toxicology*, 16:229–259.
- Devaux A., M. Pesonens, and G. Monod, (1997). Alkaline comet assay in rainbow trout hepatocytes. *Toxicology in Vitro*, 11:71-79.
- Lee R.F. and S. Steinert, (2003). Use of the single cell gel electrophoresis/comet assay for detecting DNA damage in aquatic (marine and freshwater) animals. *Mutation Research*, 544:43-64
- McKelvey-Martin V.J., M.H.L. Green, P. Schmezer, B.L. Pool-Zobel, M.P. De Meo and A. Collins, (1993). The single cell gel electrophoresis assay (comet assay): A European review. *Mutation Research*, 288:47-63.
- Mitchelmore C.L. and J.K. Chipman, (1998a). DNA strand breakage in aquatic organisms and the potential value of the comet assay in environmental monitoring. *Mutation Research*, 399:135–147
- Mitchelmore C.L. and J.K. Chipman, (1998b). Detection of DNA strand breaks in brown trout (*Salmo trutta*) hepatocytes and blood cells using the single cell gel electrophoresis (comet) assay. *Aquatic Toxicology*, 41: 161-182.
- Singh N.P., M.T. McCoy, R.R. Tice, and E.L. Schneider, (1988). A simple technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. *Experimental Cell Research*, 175:184–191
- Speit G. and A. Hartmann, (1995). The contribution of excision repair to the DNA-effects seen in the alkaline single cell gel test (comet assay). *Mutagenesis*, 10:555–559
- Zaleski J., R.A. Steward, and H.C. Sikka, (1991). Metabolism of benzo[a]pyrene and (–)-trans-benzo[a]pyrene-7,8-dihydrodiol by freshly isolated hepatocytes from mirror carp. *Carcinogenesis*, 12: 167–174.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕ ΦΟΡΜΟΛΗ ΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΑΤΟΜΩΝ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ (*Dicentrarchus labrax*) ΚΑΙ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ (*Sparus aurata*).

Λ. Γιαννακοπούλου¹, Π. Παναγιωτάκη¹, Σ. Κλαουδάτος¹ και Χ. Νεοφύτου¹.
¹Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Οδός Φυτόκου, Τ. Κ. 384 46, Νέα Ιωνία Μαγνησίας, ppanag@uth.gr.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατήρηση ιχθυδίων σε φορμόλη προκαλεί συχνά μεταβολές στο μήκος και το βάρος τους. Είναι απαραίτητο να εκτιμηθούν αυτές οι μεταβολές ώστε να υπάρχει η δυνατότητα προσέγγισης στο αρχικό βάρος ή μήκος μεγάλου αριθμού ιχθυδίων των οποίων οι μετρήσεις δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο δειγματοληψίας. Οι μεταβολές στο μήκος και στο βάρος ιχθυδίων τσιπούρας και λαβρακιού μέσου βάρους 2 περίπου g (λαβράκι: $2,17 \pm 0,37$ g, τσιπούρα: $1,97 \pm 0,40$ g), μελετήθηκαν κατά τη διατήρησή τους σε διάλυμα φορμόλης 5% για χρονικό διάστημα 1, 3, 5, 7, 9, 15, 30 και 60 ημερών. Ο χρόνος διατήρησης στη φορμόλη δεν επέδρασε στο βάρος του λαβρακιού, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση του σταθερού μήκους του ($P < 0,05$). Όσον αφορά στην τσιπούρα δε διαπιστώθηκε επίδραση του χρόνου διατήρησης στη φορμόλη στο βάρος και στο σταθερό μήκος των ιχθυδίων.

THE EFFECTS OF FORMALIN ON LENGTH AND WEIGHT MEASUREMENTS OF SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*) AND SEA BREAM (*Sparus aurata*) JUVENILES.

L. Giannakopoulou¹, P. Panagiotaki¹, S. Klaoudatos¹ & Ch. Neofitou¹

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate changes in length and weight of hatchery produced sea bream and sea bass juveniles, with a mean weight of approximately 2g, preserved individually in 5% formalin for 24 h, 3, 5, 7, 9, 15, 30 and 60 days. Preservation time had no significant effect on sea bass weight however an increase in standard length with time did occur ($P < 0.05$). In sea bream, neither weight nor standard length was dependent on time of preservation. Linear equations, based on least square regression relationships describing the changes in length for both species are presented. The slopes represent correction factors. As sea bass standard length seemed to be influenced by the duration of preservation, the effect of initial fresh fish size was also tested. Two size classes were chosen (small class: < 40 , large class: > 40 mm) and significant differences were only found in the small size class.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ακριβείς μετρήσεις μήκους και βάρους είναι απαραίτητες όταν εκτιμάται η δυναμική ενός είδους ψαριού (Jennings, 1991; Paradis *et al.*, 2007) ή όταν μελετώνται οι παραγωγικές παράμετροι. Δεν είναι πάντοτε εύκολο να γίνει μέτρηση μεγάλου αριθμού ιχθυδίων κατά τη συλλογή τους στο πεδίο είτε στη μονάδα εκτροφής. Ως εκ τούτου είναι αναγκαίο να διατηρούνται δείγματα ιχθυδίων για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η διαδικασία της διατήρησης επιφέρει μεταβολές στις μετρήσιμες παραμέτρους για τα περισσότερα είδη ψαριών (Parker, 1963; Leslie and Moore, 1986). Ένα από τα πιο γνωστά μέσα διατήρησης είναι η φορμόλη. Κατά τη διατήρηση σε φορμόλη

προκαλούνται αλλαγές στα ιχθύδια, όπως συρρίκνωση (Paradis *et al.*, 2007; Thorstad *et al.*, 2007), αλλά και αύξηση (Sagnes, 1997; Al-Hassan *et al.*, 1999, 2000).

Η συρρίκνωση εξαρτάται από τη διάρκεια και την ταχύτητα σύρσης του δικτυού κατά τη συλλογή στο πεδίο (Jennings, 1991; Fey, 1999, 2001), από τον τύπο και τη συγκέντρωση του διαλύματος (Yin and Blaxter, 1986), από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη διατήρηση (Porter *et al.*, 2001) και από το μέγεθος των ιχθυδίων (Jennings, 1991; Fey, 1999, 2001).

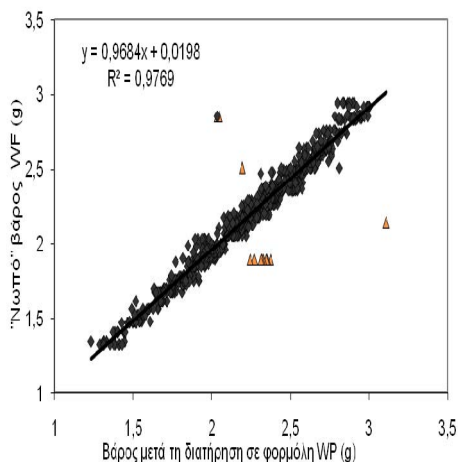
Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να περιγράψει τις μεταβολές στα διατηρημένα ιχθύδια και ταυτόχρονα να περιγράψει με εξισώσεις τις σχέσεις «νωπού» και διατηρημένου μήκους/βάρους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

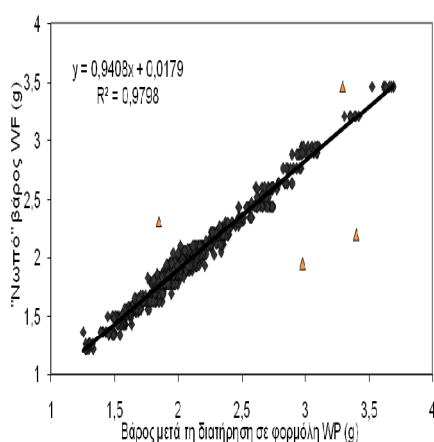
Χρησιμοποιήθηκαν 100 άτομα λαβρακιού που κυμαίνονταν από 1,32g έως και 2,94g (M.O. \pm SD: 2,17 \pm 0,37g) και 100 άτομα τσιπούρας που κυμαίνονταν από 1,22g έως και 3,46g (M.O. \pm SD: 1,97 \pm 0,40g). Τα ιχθύδια μεταφέρθηκαν ζωντανά στο εργαστήριο όπου και θανατώθηκαν με υπερβολική δόση αναισθητικού. Κάθε ιχθύδιο ζυγίστηκε (\pm 0,01g), μετρήθηκε το σταθερό του μήκος (\pm 0,1mm) και τοποθετήθηκε σε πλαστικό φιαλίδιο, το οποίο περιείχε διάλυμα φορμόλης 5%. Όλα τα δείγματα μετρήθηκαν ξανά έπειτα από 24 ώρες, 3, 5, 7, 9, 15, 30 και 60 ημέρες. Τα «νωπά» δείγματα χωρίστηκαν σε δύο κλάσεις σύμφωνα με το μήκος τους (μικρή κλάση: <40mm, μεγάλη κλάση: >40mm). Η διάρκεια του πειράματος ήταν 2 μήνες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο έλεγχος της κανονικότητας των δεδομένων (Kolmogorov-Smirnov test) δεν παρουσίασε αποκλίσεις. Η επίδραση της διατήρησης, δεν ήταν στατιστικώς σημαντική για το βάρος του λαβρακιού (one way ANOVA, d. f. =799, P > 0, 05). Από την άλλη πλευρά, το σταθερό μήκος του λαβρακιού παρουσίασε μείωση τις πρώτες 24 ώρες την οποία ακολούθησε μια ελαφριά αύξηση και μια σταθεροποίηση των τιμών αυτών. Ο χρόνος της διατήρησης επέδρασε στο μήκος του λαβρακιού (one way ANOVA, d. f. =899, P < 0, 05). Οι σχέσεις παλινδρόμησης «νωπού» και διατηρημένου βάρους του λαβρακιού και της τσιπούρας παρουσιάζονται στις Εικόνες 1 και 2 αντίστοιχα.

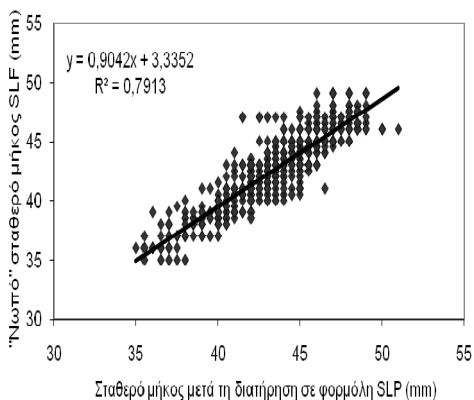


Εικ.1. Σχέση μεταξύ διατηρημένου και «νωπού» βάρους του λαβρακιού.

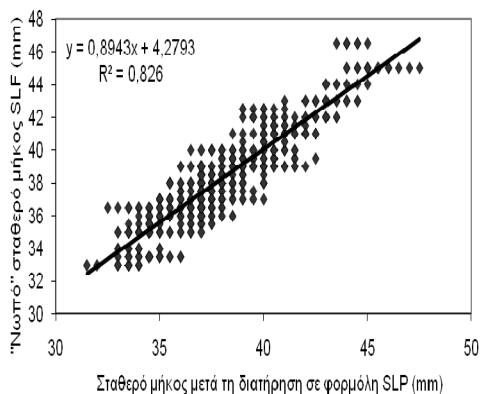


Εικ.2. Σχέση μεταξύ διατηρημένου και «νωπού» βάρους της τσιπούρας.

Όσον αφορά την τσιπούρα, το βάρος της παρουσίασε μια ελαφριά αύξηση κατά τη διάρκεια της διατήρησης, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές (one way ANOVA, d. f. = 899, $P > 0, 05$). Το σταθερό μήκος της τσιπούρας παρέμεινε σχεδόν σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ο χρόνος της διατήρησης, δεν επέδρασε σημαντικά στο μήκος της τσιπούρας κατά τη διάρκεια του πειράματος (one way ANOVA, d. f. = 899, $P > 0, 05$). Οι σχέσεις παλινδρόμησης «νωπού» και διατηρημένου μήκους του λαβρακιού και της τσιπούρας παρουσιάζονται στις Εικόνες 3 και 4.



Εικ.3. Σχέση μεταξύ διατηρημένου και «νωπού» σταθερού μήκους του λαβρακιού.



Εικ.4. Σχέση μεταξύ διατηρημένου και «νωπού» σταθερού μήκους της τσιπούρας.

Οι εξισώσεις που περιγράφουν τις μεταβολές στο μήκος βασίστηκαν σε σχέσεις παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων (least-square Regression Analysis), ανάμεσα στο «νωπό» και το διατηρημένο μήκος για το λαβράκι και για την τσιπούρα (Πιν.1). Οι συντελεστές b αποτελούν «συντελεστή διόρθωσης».

**Πιν.1 Σχέση μεταξύ «νωπού» και διατηρημένου σταθερού μήκους λαβρακιού και τσιπούρας .
Ο δείκτης αναφέρεται στις ημέρες διατήρησης**

Διατήρηση	ΛΑΒΡΑΚΙ		ΤΣΙΠΟΥΡΑ	
		R ²		R ²
1	$SL_0=0,888*SL_1+5,068$	0,784	$SL_0=0,882*SL_1+4,777$	0,804
3	$SL_0=0,933*SL_3+2,481$	0,788	$SL_0=0,902*SL_3+4,020$	0,822
5	$SL_0=0,958*SL_5+0,847$	0,849	$SL_0=0,880*SL_5+4,986$	0,843
7	$SL_0=0,942*SL_7+1,415$	0,813	$SL_0=0,916*SL_7+3,656$	0,841
9	$SL_0=0,957*SL_9+1,003$	0,837	$SL_0=0,911*SL_9+3,469$	0,843
15	$SL_0=0,918*SL_{15}+2,491$	0,823	$SL_0=0,922*SL_{15}+3,233$	0,841
30	$SL_0=0,892*SL_{30}+3,364$	0,799	$SL_0=0,894*SL_{30}+4,086$	0,831
60	$SL_0=0,969*SL_{60}+0,241$	0,831	$SL_0=0,873*SL_{60}+5,01$	0,807

Προκειμένου να εξακριβωθεί κατά πόσο επιδρά το αρχικό μέγεθος των ιχθυδίων στη μεταβολή μήκους και των δύο ειδών στο μέσο διατήρησης τα ιχθύδια χωρίστηκαν σε κλάσεις αναλόγως με το αρχικό (νωπό) σταθερό τους μήκος.

Η ανάλυση έδειξε ότι η μικρή κλάση στο λαβράκι, δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές (one way ANOVA, d. f. = 179, P > 0, 01), αλλά η μεγάλη επέδρασε σημαντικά κατά τη διάρκεια της διατήρησης (one way ANOVA, d. f. = 719, P < 0, 01). Στην τσιπούρα, δεν παρατηρήθηκε επίδραση της κλάσης (μικρή κλάση: one way ANOVA, d. f. = 710, P > 0, 01, μεγάλη κλάση: one way ANOVA, d. f. = 188, P > 0, 01).

Τα αποτελέσματα της επίδρασης των μεθόδων διατήρησης για μεγάλο χρονικό διάστημα στα ιχθύδια, περιγράφονται εκτεταμένα στη βιβλιογραφία εξαιτίας της μεγάλης σπουδαιότητας που παρουσιάζουν σε πολλά επιστημονικά πεδία.

Η διάρκεια της διατήρησης, το μέγεθος των δειγμάτων και το είδος τους, εξετάζονται ως οι πιο σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι τροποποιούν το βάρος και το μήκος του σώματος (Markle, 1984; Leis, 1986; Jennings, 1991; Takizawa *et al.*, 1994).

Ωστόσο ο Billy (1982) αναφέρει ότι ενδεχομένως να μην είναι επαρκής η χρησιμοποίηση των διατηρημένων μετρήσεων για τον υπολογισμό των «νωπών» μετρήσεων. Σε αντίθεση, οι Kruse και Dally (1990) αναφέρουν ότι η μέθοδος αυτή είναι αξιόπιστη.

Στο πείραμά μας, το βάρος του λαβρακιού δε μεταβλήθηκε, σε αντίθεση με το μήκος. Από την άλλη πλευρά, το μήκος και το βάρος της τσιπούρας, δεν παρουσίασε καμία αξιόλογη μεταβολή. Οι Sheilds και Carlson (1996) τονίζουν ότι όλα τα μέσα διατήρησης, δρουν με τον ίδιο τρόπο και συγκεκριμένα μετά το θάνατο του ιχθυδίου, αντικαθιστούν το νερό στη δομή των ιχθυδίων με το μέσο διατήρησης.

Ο Parker (1963) αναφέρει μια ελαφριά αύξηση του «νωπού» βάρους, έπειτα από διατήρηση διάρκειας 24 ωρών του είδους *Pomoxis nigromaculatus*. Ο Treasurer (1992) επίσης τονίζει ότι η πέρκα παρουσίασε αύξηση του βάρους της μετά από 24 ώρες σε διάλυμα φορμόλης (5%), κάτι το οποίο ίσως να οφείλεται στο διαφορετικό τρόπο παρασκευής του διαλύματος και στην ωσμωρύθμιση. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό. Ο Parker (1963) αναφέρει ότι ο σολομός σε φρέσκο νερό παρουσίασε αύξηση στο βάρος του, κάτι το οποίο δεν παρατηρήθηκε σε θαλασσινό νερό.

Οι Leslie και Moore (1986) επισημαίνουν ότι η αύξηση ή η μείωση του μήκους, μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική περιεκτικότητα των ιστών σε νερό και στο

ποσοστό των άσπρων και κόκκινων μυών, διότι διαφοροποιείται το ποσοστό αυτών σε διαφορετικά μέρη του σώματος του ιχθυδίου, τα οποία και είναι υπεύθυνα για την κολυμβητική ικανότητα του.

Η συγκεκριμένη έρευνα απέδειξε ότι οι αλλαγές που παρατηρούνται στο μήκος εξαρτώνται από το είδος του ιχθυδίου όπως επίσης και από το αρχικό μέγεθος. Επίσης φαίνεται να είναι σημαντικός ο τρόπος παρασκευής του διαλύματος, η συγκέντρωση του μέσου διατήρησης και η διάρκεια διατήρησης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο υπολογισμός της διόρθωσης του μήκους του λαβρακιού που προκύπτει από την παρούσα εργασία, θα συμβάλει σε μελέτες οικολογίας των ειδών σε πρώιμα στάδια λαβρακιού και τσιπούρας, όπου απαιτούνται μετρήσεις μήκους και θα χρησιμοποιηθεί σε έρευνες του αντικειμένου των Υδατοκαλλιεργειών, όπου η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού δείγματος κρίνεται απαραίτητη.

Παράλληλα, προκύπτει η ανάγκη εξέτασης της επίδρασης του χρόνου και του μέσου διατήρησης για κάθε είδος ξεχωριστά, καθόσον οι γενικεύσεις είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε λανθασμένες εκτιμήσεις.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συνεργασία της Εταιρίας Δίας Ιχθυοκαλλιέργειες ABEE ήταν ουσιαστική για τη διάθεση των δειγμάτων και τους ευχαριστούμε θερμά. Επίσης ευχαριστούμε τους μεταπτυχιακούς φοιτητές που βοήθησαν στην πειραματική φάση και τους δύο ανώνυμους κριτές, οι οποίοι αξιολόγησαν την παρούσα εργασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Al-Hassan L.A.J., J.A. Bujawari and O.A. El-Silini, (1999). Additional report on the effect of preservatives and freezing on morphological characters of four sparid fish species collected from Beghazi waters, Libya. *Journal of Animal Morphology and Physiology*, 46 (1-2): 57-62
- Al-Hassan L.A.J., J.A. Bujawari, and O.A. El-Silini, (2000). The effect of some preservatives and freezing on certain body dimensions of two species of the family Mulinidae collected from Benghazi, Libya. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 30: 127-136.
- Billy A., (1982). The effects of formalin and isopropyl alcohol on length and weight measurements of *Sarotherodon mossambicus* Trewavas. *Journal of Fish Biology*, 21 (1): 107-112.
- Fey D.P., (1999). Effects of preservation technique on the length of larval fish: Methods of correcting estimates and their implication for studying growth rates. *Archive of Fishery and Marine Research*, 47 (1): 17-29.
- Fey D.P., (2001). Length correction of larval and early-juvenile herring (*Clupea harengus*) and smelt (*Osmerus eperlanus*) after preservation in formalin and alcohol. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, 1 (155):47-51.
- Jennings S., (1991). The effects of capture, net retention and preservation upon lengths of larval and juvenile bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Journal of Fish Biology*, 38 (3): 349-357.
- Kruse G.H. and E.L. Dalley, (1990). Length changes in capelin, *Mallotus villosus* (Muller), larvae due to preservation in formalin and anhydrous alcohol. *Journal of Fish Biology*, 36: 619-621.
- Leis J. M., (1986). Larval development in four species of Indo-Pacific coral trout *Plectropomus* (Pisces: Serrenidae: Epinephelinae) with an analyses of the relationships of the genus. *Bulletin of Marine Science*, 38: 525-552.
- Leslie J. K. and J.E. Moore, (1986). Changes in lengths of fixed and preserved young freshwater fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43: 1079-1081.
- Markle D. F., (1984). Phosphate buffered formalin for long term preservation of formalin fixed ichthyoplankton. *Copeia*, 2: 525-528.
- Paradis Y., P. Brodeur, M. Mingelbier and P. Magnan, (2007). Length and weight reduction in larval and juvenile yellow perch preserved with dry ice, formalin and ethanol. *North American Journal of Fisheries Management*, 27: 1004-1009.
- Parker R.P., (1963). Effects of formalin on length and weight of fishes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 20: 1441-1455.
- Porter M. S., L.A. Brown and M.K. Bailey, (2001). Estimating live standard length of net-caught walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) larvae using measurements in addition to standard length. *Fishery Bulletin*, 99: 691-696.
- Sagnes P., (1997). Potential artefacts in morphometric analyses of fish: effects of formalin preservation on 0+gayling. *Journal of Fish Biology*, 50: 910-914.
- Shields A.P. and R.S. Carlson, (1996). Effects of formalin and alcohol preservation on lengths and weights of juvenile sockeye salmon. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 3 (2): 81-93.
- Takizawa K., Y. Fujita, Y. Ogushi and S. Matsuno, (1994). Relative change in body length and weight in several fish larvae due to fixation and preservation. *Fishery Science*, 60: 355-359.
- Thorstad E.B., A.G. Finstad, A.J. Jensen, T.F. Naesje and L.M. Saksgard, (2007). To what extent does ethanol and freezing preservation cause shrinkage of juvenile Atlantic salmon and European minnow? *Fisheries Management and Ecology*, 14: 295-298.
- Treasurer J.W., (1992). Length and weight changes in 0+ perch, *Perca fluviatilis* L., following fixation in formalin. *Journal of Fish Biology*, 41 (6): 1033-1036.
- Yin M.C. and J.H.S. Blaxter, (1986). Morphological changes during growth and starvation of larval cod (*Gadus morhua* L.) and flounder (*Platichthys flesus* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104: 215-228.

ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΣΟΕΝΙΣΧΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Α. Παπαδοπούλου, Ε. Γκολομάζου, Ε.Ε. Μαλανδράκης, Π. Παναγιωτάκη
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Οδός Φυτόκου, 38446, Νέα Ιωνία Μαγνησίας, Ελλάδα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικών προς αυτά βακτηριακών στελεχών, με συνέπεια τη μειωμένη αποτελεσματικότητά τους. Έτσι, οι σύγχρονοι ερευνητές έχουν αρχίσει να μελετούν τις θεραπευτικές ιδιότητες ουσιών διαφορετικής φύσεως από αυτή των κοινών μέχρι τώρα φαρμακευτικών ουσιών. Τα ανοσοενισχυτικά όπως οι βιταμίνες C, E και A, τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά και τα εκχυλίσματα βοτάνων ή φυκών, φαίνεται να είναι μελλοντικά ένα αισιόδοξο «εργαλείο» για τον κλάδο των υδατοκαλλιεργειών, καθώς συμβάλλουν στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και βοηθούν τους εκτρεφόμενους οργανισμούς να προστατευθούν από διάφορες παθολογικές καταστάσεις. Η παρούσα εργασία αποτελεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης των ανοσοενισχυτικών στην εκτροφή των υδρόβιων οργανισμών, που φαίνεται να είναι μια ελπιδοφόρος νέα προσέγγιση αλλά ταυτόχρονα και μια επιτακτική ανάγκη.

USE OF IMMUNOMODULATORS IN AQUACULTURE

A. Papadopoulou, E. Golomazou, E.E. Malandrakis, P. Panagiotaki
Department of Ichthyology & Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of
Thessaly, Fytokou Str., 38446, Nea Ionia Magnesias, Greece.

ABSTRACT

The extraordinary use of antibiotics has resulted in the development of bacterial strains which are resistant to the antibiotics, reducing their efficiency when they are used. The immunomodulators like the vitamins C, E, A, the probiotics, the prebiotics and the herb or algae seem to be a future optimistic tool for the aquaculture industry, as they contribute to the improvement of the immune system protecting the farmed organisms from various pathological conditions. The present study is a review of the use of immunomodulators in aquaculture which seems to be a promising new approach and an imperative need simultaneously.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των ανοσοενισχυτικών στην εκτροφή των υδρόβιων οργανισμών για την πρόληψη των ασθενειών είναι μια ελπιδοφόρος νέα ανάπτυξη και μια επιτακτική ανάγκη στις σύγχρονες υδατοκαλλιεργείες. Η χρήση αντιβιοτικών έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικών προς αυτά βακτηριακών στελεχών, με συνέπεια τη μειωμένη αποτελεσματικότητά τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου έχουν αρχίσει ήδη έρευνες που σκοπό έχουν τη μελέτη των θεραπευτικών ιδιοτήτων φυσικών ουσιών αλλά και την ενίσχυση της φυσικής άμυνας του ζωικού οργανισμού. Η χορήγηση ανοσοενισχυτικών είναι μία ασφαλής μέθοδος πρόληψης των ασθενειών χωρίς παρενέργειες καθιστώντας τα χρήσιμα εργαλεία με μακροπρόθεσμα αποτελέσματα σε σχέση με τη χρήση φαρμακευτικών ουσιών (Sakai, 1999). Οι ουσίες αυτές καταναλώνονται ως τρόφιμα και τα αποτελέσματά τους φαίνονται ιδιαίτερα ελπιδοφόρα για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των υδρόβιων οργανισμών, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει στην εκτροφή τους μειώνοντας τη χρήση φαρμακευτικών

ή χημικών ουσιών. Μέχρι σήμερα τα πιο ευρέως χρησιμοποιημένα ανοσοενισχυτικά, η χρήση των οποίων έχει δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στις υδατοκαλλιέργειες, είναι τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά, οι βιταμίνες, τα αιθέρια έλαια, τα εκχυλίσματα βοτάνων και τα φύκη.

ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ

Τα προβιοτικά είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί που χορηγούνται ως φυσικά συμπληρώματα στην τροφή ζωικών οργανισμών, με ευμενή επίδραση στην υγεία του πεπτικού τους συστήματος. Η ιδέα και η φιλοσοφία των προβιοτικών στηρίζεται στην ισορροπία της εντερικής μικροχλωρίδας. Τα προβιοτικά ανταγωνίζονται παθογόνους μικροοργανισμούς, βελτιώνουν την μικροβιακή ισορροπία του εντέρου, επιδρούν στο pH του, διασπών τις κυτταρίνες βοηθώντας στην πέψη, ευνοούν τη σύνθεση και απορρόφηση των βιταμινών και ιχνοστοιχείων και ενισχύουν τη φυσική άμυνα του οργανισμού. Η χρήση των προβιοτικών όπως των βακτηρίων *Bacillus subtilis* AB1, *Lactobacillus rhamnosus* JCM1136, *Carnobacterium maltaromaticum* B26 και *Carnobacterium divergens* B33, στην εκτροφή της ιριδιζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), έχει βρεθεί ότι ενεργοποιεί μηχανισμούς του ανοσοποιητικού της συστήματος (Kim *et al.*, 2006, Newaj-Fyzul, 2007.), ενώ το *Bacillus* S11 βρέθηκε ότι ενεργοποιεί ειδικούς και μη ειδικούς μηχανισμούς άμυνας στη γαρίδα *Penaeus monodon* (Rengripat, 2000). Σε πρώιμα στάδια βρίσκονται και έρευνες για τη χρήση προβιοτικών στο προνυμφικό στάδιο των υδρόβιων οργανισμών. Επίσης, από πολλές έρευνες έχει προκύψει ότι, τα προβιοτικά δεν έχουν θετικά αποτελέσματα μόνο στην υγεία των εκτρεφόμενων οργανισμών αλλά και στο υδρόβιο περιβάλλον στο οποίο ζουν (Farzanfar, 2006).

ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ

Τα πρεβιοτικά ορίζονται ως **δύσπεπτα συστατικά των τροφών, που επιδρούν ενεργητικά** και έχουν ως στόχο **την ανάπτυξη και αύξηση της δραστηριότητας ενός ή ορισμένων ειδών βακτηρίων στο έντερο**. Μερικά από το πιο κοινά πρεβιοτικά που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες είναι οι φρουκτο-ολισακχαρίτες (FOS), οι γαλακτο-ολισακχαρίτες (TOS) και η ινουλίνη, που βελτιώνουν την πεπτικότητα, υποστηρίζουν επάξια τη διατήρηση της βακτηριακής ισορροπίας του εντέρου και υποκινώντας μη ειδικούς μηχανισμούς άμυνας των ψαριών (Mahious *et al.*, 2005). Η χρήση πρεβιοτικών έχει αποδειχθεί ότι εμποδίζει την συσσώρευση πολλών επικίνδυνων βακτηρίων στον εντερικό βλεννογόνο, αποτρέποντας την απελευθέρωση των βλαβερών τοξινών τους (Li & Gatlin, 2005). Εντούτοις, σήμερα η εφαρμογή των πρεβιοτικών στις υδατοκαλλιέργειες έχει περιορισμένη χρήση.

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις μικρού μοριακού βάρους που λειτουργούν ως συστατικά συνενζύμων ή ενζύμων σε διάφορες χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο ζωικό οργανισμό. Παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στις σύγχρονες

υδατοκαλλιέργειες, ότι η έλλειψη βιταμινών (αβιταμίνωση) δημιουργήσε πολλαπλά και σύνθετα προβλήματα στην εκτροφή των υδρόβιων οργανισμών όπως για παράδειγμα μη έντονη κινητικότητα και ανήσυχη πλευστότητα των ιχθύων, απώλεια όρεξης και μείωση της αύξησης. Μέχρι σήμερα οι βιταμίνες A (αξηροφθόλη ή αντιξηροφθαλμική), C (ασκορβικό οξύ) και E (τοκοφερόλη) φαίνεται να ενισχύουν και να υποστηρίζουν το ανοσοποιητικό σύστημα των υδρόβιων οργανισμών. Η χορήγηση της βιταμίνης E έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα της ιριδίζουσας πέστροφας (Puangkaew *et al.*, 2004) και της τσιπούρας (Cuesta *et al.*, 2001) ενώ η έλλειψή της προκαλεί υπερ-ευαισθησία σε παθογόνους παράγοντες. Η χορήγηση των βιταμινών C και A ενεργοποιεί επίσης μη ειδικούς ανοσολογικούς μηχανισμούς στα κυπρινοειδή και σαλμονοειδή αντίστοιχα (Misra *et al.*, 2007).

ΒΟΤΑΝΑ – ΦΥΤΑ - ΑΙΘΕΡΙΑ ΈΛΑΙΑ – ΦΥΚΗ

Η χρήση βοτάνων, φυτών, αιθέριων ελαίων και φυκών μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη ασθενειών ενισχύοντας την άμυνα του οργανισμού. Ιδιαίτερα τα εκχυλίσματα των αρωματικών φυτών και βοτάνων αποκτούν εξαιρετικό ενδιαφέρον για τη χρήση τους στη διατροφή των ζώων, προσδίδοντας ευεργετικές ιδιότητες (Düğenci *et al.*, 2003). Φυτικά εκχυλίσματα όπως του δενδρολίβανου, του θυμαριού, του φασκόμηλου, της ρίγανης έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση. Έχει βρεθεί ότι εκχυλίσματα από *Viscum album*, *Urtica dioica* και *Zingiber officinale*, προστιθέμενα στην διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας (Düğenci *et al.*, 2003) και εκχυλίσματα βοτάνων όπως *Myristica fragrans*, *Ocinum sanctum* και *Withania somnifera*, προστιθέμενα στην διατροφή νεαρών ατόμων του είδους *Epinephelus tauvina* (Sivaram *et al.*, 2004) έχουν την ικανότητα να ενεργοποιήσουν μη ειδικούς μηχανισμούς άμυνας. Επίσης, η ανοσοενισχυτική δράση του φύκου *Spirulina platensis* έχει αποδειχθεί στο γατόψαρο και στον κυπρίνο (Watanuki *et al.*, 2006).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι ασθένειες των υδρόβιων οργανισμών εκτός από τα οικονομικά πρόβλημα που δημιουργούν στη διαχείριση μιας μονάδας, λόγω της υψηλής θνησιμότητας, της αποτυχίας της επίτευξης του εμπορικού μεγέθους ή της χορήγησης ακριβών αντιβιοτικών, κλονίζουν τη σχέση ανάμεσα στον παραγωγό και στον καταναλωτή.

Το ανοσοποιητικό σύστημα είναι το άλφα και το ωμέγα για την αντιμετώπιση των ασθενειών από τον ίδιο τον οργανισμό. Η λειτουργία του αυτή μπορεί να διατηρηθεί και να ενισχυθεί με τη χορήγηση ανοσοενισχυτικών ουσιών με κόστος μικρότερο από αυτό των φαρμάκων. Αν και το ανοσοποιητικό σύστημα των υδρόβιων οργανισμών δεν έχει μελετηθεί πλήρως, όπως έχει γίνει στον άνθρωπο και τα χερσαία ζώα, η πλήρης κατανόηση και χρήση του θα οδηγήσει τον κλάδο των υδατοκαλλιέργειών σε πιο σύγχρονα και παραγωγικά μοντέλα.

Τα ανοσοενισχυτικά, όπως οι βιταμίνες C, E και A, τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά και τα εκχυλίσματα βοτάνων και φυκών, από την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, φαίνεται ότι είναι ένα μελλοντικό, αισιόδοξο εργαλείο για τον κλάδο των υδατοκαλλιέργειών, καθώς συμβάλουν στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και βοηθούν με φυσικό τρόπο τους εκτρεφόμενους οργανισμούς να προστατευθούν από

διάφορες παθολογικές καταστάσεις (Esteban *et al.*, 2001). Τα αποτελέσματα της ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος με ανοσοενισχυτικά, κρίνονται ιδιαίτερα ικανοποιητικά και ενθαρρυντικά για περαιτέρω πειραματισμούς, ακολουθώντας τους σύγχρονους ρυθμούς της βιοιατρικής και βιοφαρμακευτικής, με σεβασμό στις φυσικές ανάγκες των υδρόβιων οργανισμών και στο περιβάλλον (Vadstein, 1997).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cuesta A., M.A. Esteban, J. Ortuno, & J. Meseguer, (2001). Vitamin E increases natural cytotoxic activity in seabream (*Sparus aurata* L.), *Fish & Shellfish Immunology*, 11, 293-302.
- Düğenci S.K., N. Arda, & A. Candan, (2003). Some medicinal plants as immunostimulant for fish, *Journal of Ethnopharmacology*, 88, 99-106.
- Esteban M.A., A. Cuesta, J. Ortuño, & J. Meseguer, (2001). Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system, *Fish & Shellfish Immunology*, 11, 303-315.
- Farzanfar A., (2006). The use of probiotics in shrimp aquaculture, *FEMS Immunol Med Microbiol*, 48, 149-158.
- Kim D-H. & B. Austin, (2006). Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics, *Fish & Shellfish Immunology*, 21, 513-524.
- Li P., D.M. Gatlin III, (2005). Evaluation of the prebiotic GroBiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, 248 (1-4), 197-205.
- Mahious A. S., F. J. Gatesoupe, M. Hervi, R. Metailler, and F. Ollevier, (2005). Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758) *Aquaculture International*, 14, 219-229
- Misra C.K., B.K. Das, S.C. Mukherjee, & Pradhan J., (2007). Effects of dietary vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings, *Aquaculture Nutrition*, 13, 35-44.
- Newaj-Fyzul A., A.A. Adesiyun, A. Mutani, A. Ramsubhag, J. Brunt, & B. Austin, (2007). *Bacillus subtilis* AB1 controls *Aeromonas* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum), *Journal of Applied Microbiology*, 103, 1699-1706.
- Panigrahi A., V. Kiron, T. Kobayashi, J. Puangkaew, S. Satoh, & H. Sugita, (2004). Immune responses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* induced by a potential probiotic bacteria *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 102, 379-388.
- Puangkaew J., V. Kiron, T. Somamoto, N. Okamoto, S. Satoh, T. Takeuchi, & T. Watanabe, (2004). Nonspecific immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) in relation to different status of vitamin E and highly unsaturated fatty acids, *Fish & Shellfish Immunology*, 16, 25-39.
- Sakai M., (1999). Current research status of fish immunostimulants, *Aquaculture*, 172, 63-92.
- Sivaram V., M.M. Babu, G. Immanuel, S. Murugadass, T. Citarasu, & M.P. Marian, (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections, *Aquaculture*, 237 (1-4), 9-20.
- Vadstein O., (1997). The use of immunostimulation in marine larviculture: possibilities and challenges, *Aquaculture*, 155, 401-417.
- Watanuki H., K.A. Ota, C.M. Tassakka, T. Kato, & M. Sakai, (2006). Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*, *Aquaculture*, 258, 157-163. ππ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΓΗΓΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΜΑΚΡΟΦΥΚΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΕΣ- ΠΟΛΥΤΡΟΦΙΚΕΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Σ. Ορφανίδης, Β. Γιγή, Μ. Βασιλειάδου

Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας, 640 07
Νέα Πέραμος, Καβάλα

Η αξιοποίηση των θαλάσσιων μακροφυκών στη ζωική υδατοκαλλιέργεια σχετίζεται, κατά κύριο λόγο, με τη δυνατότητά τους να απορροφούν θρεπτικά άλατα (βιοφίλτρα) και να παράγουν ιχνοστοιχεία και φυτικές πρωτεΐνες (τροφή). Με τον τρόπο αυτό προστατεύεται σημαντικά το θαλάσσιο περιβάλλον, γιατί τα πλούσια σε ενώσεις του αζώτου ζωικά απορρίμματα μεταποιούνται σε βιομάζα και δεν διαλύονται σε αυτό, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούνται προοπτικές καλλιέργειας φυτοφάγων οργανισμών, π.χ. αχινών. Η επιτυχής καλλιέργεια των μακροφυκών προϋποθέτει την ύπαρξη βασικής γνώσης για τα καλλιεργούμενα είδη και τη χρήση τεχνολογιών καλλιέργειας προσαρμοσμένες στο τοπικό περιβάλλον. Στα πλαίσια αυτού του στόχου μελετήθηκαν με καλλιέργειες δοσομετρίας (3x2 παραγοντικά πειράματα με έξι επαναλήψεις) τα φωτοσυνθετικά και αυξητικά άριστα των γηγενών ειδών *Chondracanthus teedei*, *Gracilaria gracilis*, *Ulva rigida*, *Porphyra rosengurttii*, σε δύο διαφορετικές αλατότητες και τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφορικών αλάτων. Επιπλέον, εξετάστηκε η δυνατότητα καλλιέργειας των ειδών *G. gracilis* και *U. rigida* σε τρεις συγκεντρώσεις λυμάτων (10, 30 και 60%) σε θαλασσινό νερό του είδους *Paracentrotus lividus*, καθώς και η δυνατότητα εκτροφής του με τα παραπάνω είδη. Μέρος της παραπάνω έρευνας, η οποία χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Ε.Π.ΑΛ. 2000-2006, Μέτρο 4.6, Καινοτόμα Μέτρα, παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία.

EFFECT OF DIFFERENT SLAUGHTER METHODS ON MICROBIAL SPOILAGE OF GILTHEAD SEA BREAM (*Sparus aurata*) STORED AT REFRIGERATION TEMPERATURES

E. Pitsouli, P. Panagiotaki, I.S. Boziaris*

Department of Ichthyology and Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Fitoko 38446, N. Ionia, Volos, Hellas

* Corresponding Author: Tel: +30 24210 93153, Fax: +30 24210 93157, e-mail: boziaris@uth.gr

ABSTRACT

Post mortem changes and the subsequent growth of microbial spoilage flora are the main factors responsible for the quality deterioration and shelf-life duration of fish stored at refrigeration temperatures. Factors affecting growth rate of spoilage bacteria, such as, presence of glycogen and pH values and also fish flesh texture are affected by fish slaughter methods. In this study, cultivated gilthead sea bream caught and slaughtered by asphyxiation, hypothermia by immersion in ice/water mixture and blow on the head and subsequently were stored at 5°C. Flesh texture, pH, sensory characteristics (appearance and odour) and population of main spoilage microorganisms were monitored during storage at 5°C. Slaughter method slightly affected initial texture of the flesh, but pH value and the microbial spoilage profile was totally unaffected. In all cases, total bacterial population, H₂S producing bacteria (*Shewanella putrefaciens*) and pseudomonads reached the population level of 10⁸ cfu/g after four (4) days storage at 5°C, time that coincided with the sensory rejection of the product.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΘΑΝΑΤΩΣΗΣ ΙΧΘΥΩΝ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ (*Sparus aurata*) ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΔΟΜΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΑΙ ΡΗ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΑΛΛΟΙΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΥΠΟ ΨΥΞΗ

Ε. Πιτσούλη, Π. Παναγιωτάκη, Ι.Σ. Μποζιάρης*

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμ. Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Φυτόκο 38446, Νέα Ιωνία, Βόλος

* Τηλ: +30 24210 93153, Φαξ: +30 24210 93157, e-mail: boziaris@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μεταθανάτιες μεταβολές στη σάρκα των ιχθύων και η επακόλουθη ανάπτυξη της αλλοιωγόνου μικροχλωρίδας κατά κύριο λόγο, ευθύνονται για την ποιοτική υποβάθμιση και τη διάρκεια του εμπορικού χρόνου ζωής των νωπών ιχθύων που συντηρούνται υπό ψύξη. Χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης των αλλοιωγόνων βακτηρίων όπως η συγκέντρωση του γλυκογόνου και η τιμή pH, αλλά και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως η σκληρότητα της σάρκας, εξαρτώνται άμεσα από τον τρόπο θανάτωσης των ιχθύων μετά την αλίευση. Στην παρούσα εργασία άτομα τσιπούρας θανατώθηκαν με τρεις διαφορετικούς τρόπους (ασφυξία, χτύπημα στο κεφάλι και υποθερμία) και κατόπιν αποθηκεύθηκαν υπό ψύξη. Το pH, η σκληρότητας της σάρκας, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (οσμή και εμφάνιση) καθώς και ο πληθυσμός των κύριων αλλοιωγόνων μικροοργανισμών μετρήθηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο τρόπος θανάτωσης βρέθηκε ότι επιδρά στις αρχικές τιμές σκληρότητας της σάρκας των ιχθύων που λήφθησαν αμέσως μετά το θάνατο τους, αλλά όχι και στο pH. Οι μεταβολές αυτές δεν επηρέασαν το μικροβιακό προφίλ αλλοίωσης των ιχθύων. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι πληθυσμοί των *Pseudomonas* sp., αλλά και των βακτηρίων ικανών να παράγουν υδρόθειο, έφθασαν στο επίπεδο του 10⁸ cfu/g μετά από 4

ημέρες αποθήκευσης στους 5°C, χρονικό όριο το οποίο συνέπεσε και με το τέλος του εμπορικού χρόνου ζωής των αποθηκευμένων ιχθύων.

INTRODUCTION

Fish after caught is undergone *post mortem* changes which affect texture, pH and water holding capacity of its flesh. Additionally, various autolytic changes due to its indigenous enzymes take place, while at the same time microbial growth commence (Huss 1995). Slaughter methods and pre-slaughter conditions affect the rate of glycogen depletion and concomitant production of lactic acid. These aspects affect *post mortem* changes related to *rigor mortis*, pH and toughness of the flesh (Bagni et al., 2007; Poli et al., 2005).

Quality loss of fresh fish is mainly due to the action of bacteria (Gram & Huss 1996). Psychrotrophic bacteria, such as pseudomonads and *Shewanella putrefaciens* are the specific spoilage microorganisms that spoil fish stored at low temperatures (Gram & Huss 1996). Bacterial growth rate and lag phase duration depend not only on extrinsic factors such as temperature and atmosphere, but also on intrinsic factors such as, pH, water content, nutrients concentration and substrate structure (ICMSF 1980). The level of those intrinsic factors might differ due to the different *post mortem* changes enabled by the different slaughter methods.

The aim of this work was to evaluate microbial spoilage profile in relation to shelf life in fish slaughtered by different methods and evaluate its relation to the different *post mortem* parameters such as pH and texture of the flesh.

MATERIALS AND METHODS

Fish was caught and slaughtered in a local aquaculture farm, placed into insulated boxes with ice and brought to the laboratory within 4 hours and subsequently stored at 5°C.

Enumeration of Total Viable Counts (TVC) and H₂S producing bacteria (*Shewanella putrefaciens*), was carried out as pour plates in Iron Agar (peptone 20g/l, meat extract 3.0 g/l, yeast extract 3.0g/l, ferric citrate 3.0g/l, sodium thiosulphate 0.3g/l, NaCl 5g/l, L-cysteine 0.6g/l, agar 14g/l and pH adjusted at 7.4) by counting all colonies and only black colonies respectively after 48 h incubation at 25°C. *Pseudomonas* sp and *Brochothrix thermosphacta* enumerated as spread plates on CFC Agar and STAA agar after 48 h and 72 h incubation at 25°C respectively.

The pH of the flesh was evaluated by measuring the pH of the first ten-fold dilution, using a pH meter. Sensory evaluation by 5 panellists of raw fish odour and appearance was also conducted.

The texture of the flesh was measured using a Texture Analyzer apparatus (AEGIS 1000, EUCAT, Athens) equipped with a 12.5 mm cylindrical probe. Compression was carried out on the dorsal side after removing the lateral fin about 2 cm from the gill. The probe was pressed downwards at a constant speed of 100 mm min⁻¹ into the fish, until the depth of 5 mm. During the test, fish were kept in a tray.

RESULTS AND DISCUSSION

Initial microbial population was quite low reaching the level of 5×10^2 cfu/g. Population of *Shewanella putrefaciens* and *Pseudomonas* sp, which are the specific spoilage microorganisms of the fish stored at low temperatures reached the level of 10^8 cfu/g after 4 days storage at 5°C in all cases regardless the slaughter method (Figure 1). *Brochothrix thermosphacta* grew above the detection limit only after the time that specific spoilage microorganisms reached the stationary phase (Figure 1).

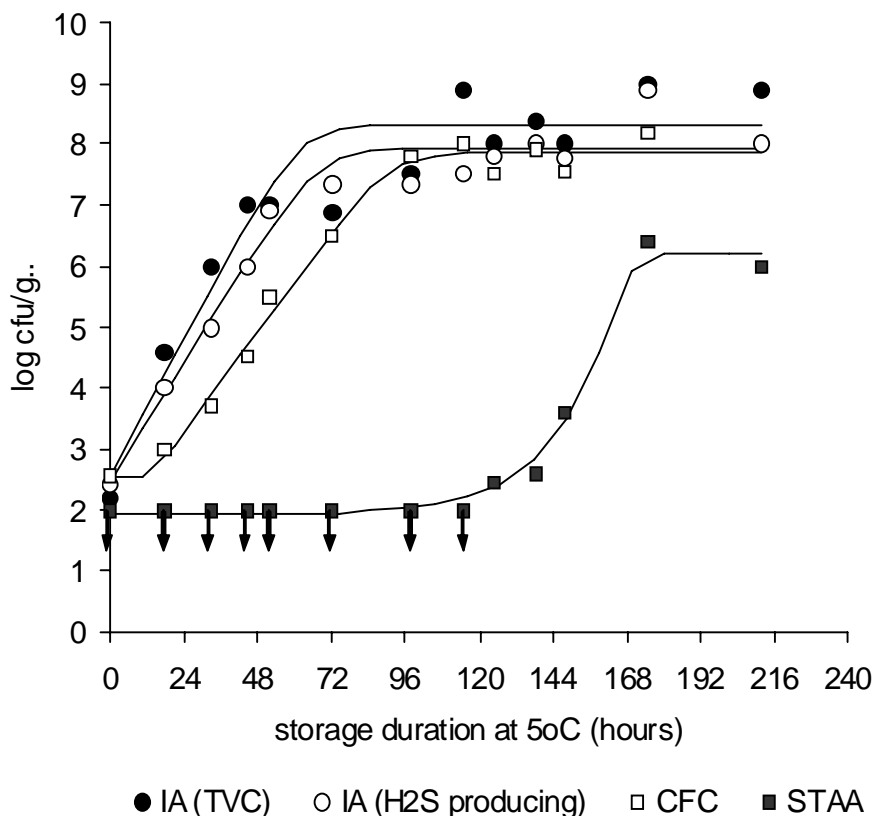


Figure 1. Population changes of Total Viable Counts ● and H₂S producing bacteria (*Shewanella putrefaciens*) ○ counted in IA, pseudomonads counted on CFC and *Brochothrix thermosphacta* † counted on STAA. Each point is the mean of three replicates. The curves were fitted using Baranyi equation (Baranyi et al., 1993). The arrow () indicates that the measurement was below the detection limit of two logarithmic cycles.

Spoilage by the mean of sensory rejection (data not shown) of the product occurred after 4 days of storage. The spoilage level (bacterial population at the time of product rejection) was approximately 10^8 cfu/g.

The initial pH of the flesh, 4 hours after the slaughter, was not significantly different for the various slaughter methods ($p > 0.05$). The value was about 6.3 for the fish slaughtered by hypothermia and blow on the head, and 6.2 for the fish slaughtered by

asphyxiation (Figure 2). The following days an increased in pH occurred (Figure 2), which can be attributed to the proteolytic activity of spoilage bacteria (Dainty 1996).

The maximum load need to compress flesh down to 5mm is shown in Figure 3. The initial maximum load values which recorded 4 hours after the slaughter, were significantly different for the various slaughter methods ($p < 0.05$). The values were about 15, 9.0 and 5.2 N, for fish slaughtered with asphyxiation, blow on the head, and hypothermia respectively. An increase from 5.2 up to 9.5 N was recorded for the fish died by hypothermia the first 72 hours of storage followed by a decrease which reached the values of 4.5 N at the end of the shelf life (Figure 3). For fish slaughtered with asphyxiation and blow on the head, a decrease of maximum load down to 6 and 5N respectively was recorded during the storage period.

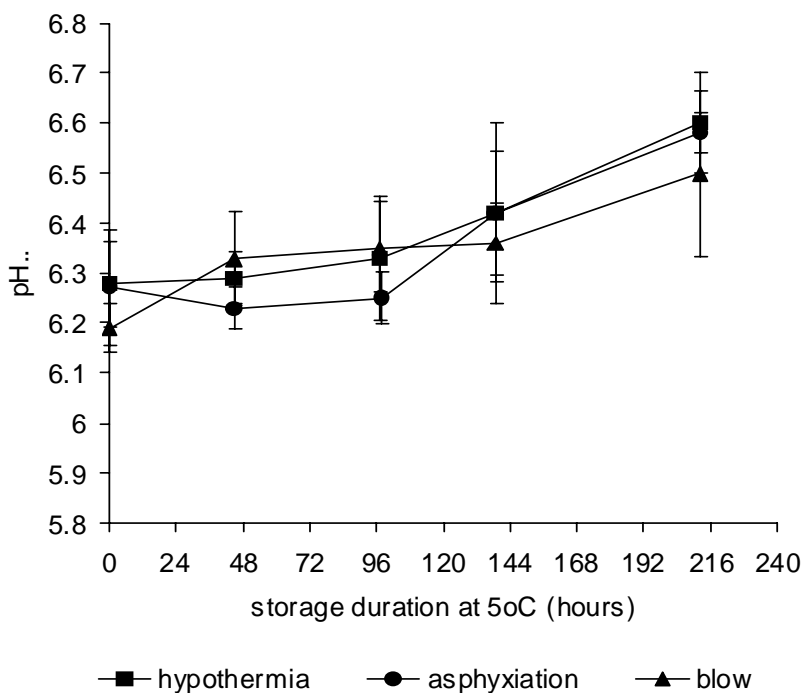


Figure 2. Changes of pH of the fish flesh during storage at 5°C. Fish slaughtered by hypothermia □, asphyxiation ● and blow ▲. Each point is the mean of three replicates. The error bars indicate ± st. deviation.

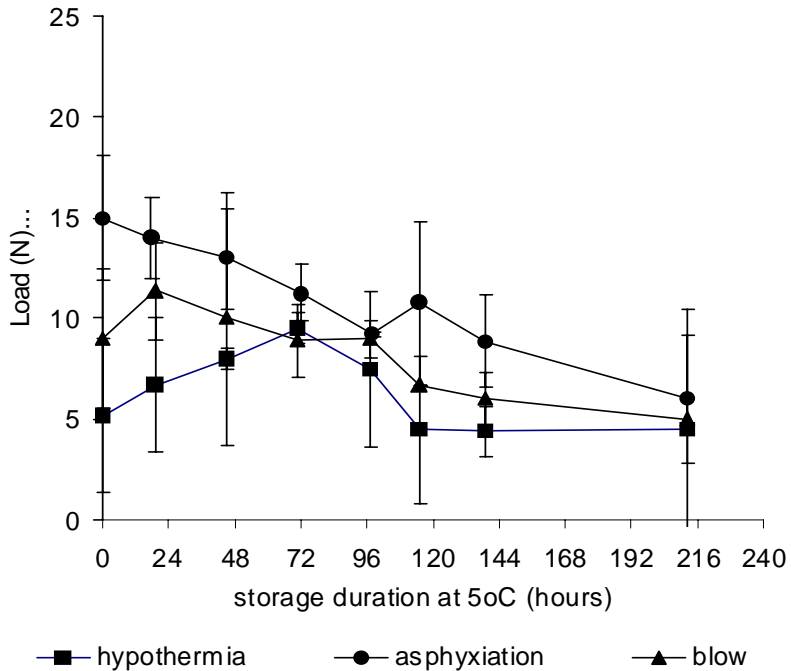


Figure 3. Maximum Load recorded for the penetration of fish in a depth of 5 mm. Fish slaughtered by hypothermia \square , asphyxiation \bullet and blow \blacktriangle . Each point is the mean of three replicates. The error bars indicate \pm st. deviation.

The toughness of fish died by asphyxiation (maximum load of 15 N) is might due to the fast depletion of glycogen and subsequent reduction of ATP concentration which leads to a faster onset and increased rate of *rigor mortis* (Wills et al., 2004; Poli et al., 2005).

It is expected that killing by hypothermia leads to a more increased rate of *rigor mortis* compare to blow on the head (Huss 1995; Poli et al., 2005). However, in our case killing by hypothermia resulted to a reduced flesh toughness compare to blow on the head. It seems that blow on the head can be more stressful for fish in case that is carried out by not very well trained slaughterers. Additionally, higher number of trials should be conducted in order to give more reliable conclusions regarding toughness and pH of the flesh.

REFERENCES

- Bagni M., C. Civitareale, A. Priori, A. Ballerini, M. Finoia, G. Brambilla and G. Marino, (2007). Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 262, 52-60.
- Baranyi J., T.A. Roberts, and P. McClure, (1993). A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. *Food Microbiology* 10, 43 – 59.
- Dainty R.H., (1996). Chemical/biochemical detection of spoilage. *International Journal of Food Microbiology* . 33, 19-33.
- Gram L. & H.H. Huss, (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology* 33: 121-137.
- Huss H.H., (1995). Quality and Quality Changes in Fresh Fish. *FAO Fisheries Technological Paper* 348, FAO, Rome, Italy.
- ICMSF (1980). *Microbial Ecology of Foods*. Vol 1. Factors Affecting Life and Death of Microorganisms in Foods. Academic Press inc. London.
- Poli B.M., G. Parisi, F. Scappini and G. Zampacavallo, (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International* 13, 29-49.
- Wills C.C., M.R.M. Proctor & J.V. McLoughlin, (2004). Integrated studies on the freshness of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) *postmortem* during chilled and frozen storage *Journal of Food Biochemistry* 28, 213-244