



Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Βιολογία, οικολογία και εξάπλωση του είδους *Lagocephalus sceleratus*»



Πωλίνα Γκαντζιού Α.Μ. 10504

Επιβλέπουσα

Αικατερίνη Κριμπένη

Καθηγήτρια Εφαρμογών

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2014

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Βιολογία, οικολογία και εξάπλωση του είδους *Lagocephalus sceleratus*»

Πωλίνα Γκαντζιού

Επιβλέπουσα

Αικατερίνη Κριμπένη

Καθηγήτρια Εφαρμογών

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2014

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. **Αικατερίνη Κριμπένη**, Καθηγήτρια Εφαρμογών, Βιολόγος – MSc Περιβάλλοντος, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών, Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, **Επιβλέπουσα**
2. **Γεώργιος Κατσέλης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Δρ Βιολόγος – Ιχθυολόγος, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών, Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, **Μέλος**
3. **Δημήτριος Μουτόπουλος**, Καθηγητής Εφαρμογών, Δρ Βιολόγος – Ιχθυολόγος, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών, Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, **Μέλος**

Στους γονείς μου

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η Βιολογία, Οικολογία και εξάπλωση του είδους *Lagocephalus sceleratus*. Η μελέτη του είδους αυτού έχει προκαλέσει ενδιαφέρον τόσο σε επιστήμονες όσο και σε απλούς ανθρώπους λόγω της τετροδοτοξίνης που βρίσκεται στα σπλάχνα του και προκαλεί ανωμαλίες στο αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα με αποτέλεσμα την πλήρη παράλυση, όταν καταναλωθεί από τον άνθρωπο και θάνατο. Αναπαράγεται σε ζεστά νερά τους μήνες Ιούνιο – Ιούλιο και αυτός είναι ο λόγος που έχει μεταναστεύσει και στην Ελλάδα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίοδος αναπαραγωγής του είδους κατά την οποία τα θηλυκά παρουσιάζουν αυξημένη τοξικότητα στις γονάδες. Η αλίευση του δηλητηριώδους ιχθύος από τις μέχρι σήμερα καταγραφές έχει γίνει με δίχτυα, παραγάδια, συρτή βυθού και πεζότρατα. Παρόλα αυτά σε κάποιες περιοχές κάποια ειδή τρέφονται με τον *Lagocephalus sceleratus* χωρίς παρενέργειες όπως ο τόνος, τα γοφάρια και ένα είδος κρانيών. Ωστόσο, παρόλο τις αρνητικές επιδράσεις που έχει το είδος στη Μεσόγειο θα μπορούσε να γίνουν πλεονέκτημα αντί για μειονέκτημα η εμπορία του στις χώρες της Ανατολής, γιατί αποτελεί είδος μεγάλης εμπορικής αξίας.

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, έγινε υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Εφαρμογών Αικατερίνης Κριμπένη του τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας – Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος με θέμα «Βιολογία, Οικολογία και εξάπλωση του είδους *Lagocephalous sceleratus*».

Η ανάθεση της πτυχιακής εργασίας έγινε σύμφωνα με απόφαση συνέλευσης.

Μέσα από την παρούσα εργασία θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους κάτωθι:

- Αικατερίνη Κριμπένη MSc , επιβλέπουσα της πτυχιακής εργασίας, για την πολύτιμη βοήθειά, τις χρήσιμες συμβουλές, πληροφορίες και παρατηρήσεις της κατά την συγγραφή της εργασίας.
- Τα μέλη της Επιτροπής, Γεώργιο Κατσέλη και Δημήτριο Μουτόπουλο για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Τέλος εκφράζω τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ψυχολογική και υλική υποστήριξη που μου παρείχαν καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Ευχαριστίες.....	6
Σκοπός.....	9
Εισαγωγή.....	10
Κεφάλαιο 1 – Λεσσεψιανή μετανάστευση.....	11
Διώρυγα Σουέζ.....	12
Λεσσεψιανή μετανάστευση – Εισαγωγή Λαγοκέφαλου στη Μεσόγειο.....	12
Κεφάλαιο 2 – Γένος <i>Lagocephalus</i>	15
Οικογένεια tetraodontidae.....	16
Είδη του γένους <i>Lagocephalus</i>	19
Κεφάλαιο 3 – Το είδος <i>Lagocephalus sceleratus</i>.....	20
Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	21
Είδη που μοιάζουν με το <i>Lagocephalus sceleratus</i>	24
Διατροφικές συνήθειες.....	26
Αναπαραγωγή.....	27
Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)	29
Τοξικότητα σε συνάρτηση με την αναπαραγωγική περίοδο.....	30
Συνήθειες.....	30
Τρόποι σύλληψής του.....	31
Παράγοντες που επηρεάζουν την συλληψιμότητα του είδους.....	31
Θηρευτές.....	32
Γεωγραφική εξάπλωση του <i>Lagocephalus sceleratus</i>	34
Εγκατάσταση του είδους σε νέο περιβάλλον.....	35
Κεφάλαιο 4 – Τοξικότητα του <i>Lagocephalus sceleratus</i>.....	36
Τετροδοτοξίνη.....	37
Επίδραση της τετροδοτοξίνης στον άνθρωπο.....	39
Κατανάλωση από ανθρώπους.....	42
Λύσεις προβλημάτων που προκύπτουν από τον <i>Lagocephalus sceleratus</i>	45
Εμπορία.....	45
Αλιευτική πίεση στον πληθυσμό.....	45

Abstract.....	47
References.....	48
Ιστοσελίδες.....	56

ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη του είδους *Lagocerphalus sceleratus* (λαγοκέφαλος). Αφορμή αποτέλεσε το γεγονός ότι ο λαγοκέφαλος που είναι είδος που έχει μεταναστεύσει τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα μέσω της διώρυγας του Σουέζ παράγει μια τοξίνη που τον κάνει επικίνδυνο για ανθρώπινη κατανάλωση.

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια μελέτης του είδους *L.sceleratus* που είναι γνωστό με το κοινό όνομα Λαγοκέφαλος όπως είναι κανονικά η επιστημονική του ονομασία. Ανήκει στην οικογένεια *Tetraodontidae*, η οποία αποτελείται από 8 είδη.

Το ψάρι αυτό παράγει μία τοξίνη που προκαλεί ακόμα και θάνατο για όποιον το καταναλώσει. Έκανε την εμφάνισή του το 2003 για πρώτη φορά στις θάλασσες των Δωδεκανήσων, αλλά σήμερα ζει σε όλο το Αιγαίο πέλαγος. Σαν ψάρι είναι άγνωστο σε πολλούς ψαράδες και ιδιαίτερα στους ερασιτέχνες. Ο λεσσεψιανός μετανάστης, όπως αποκαλούνται τα ψάρια και οι άλλοι οργανισμοί που μέσω Σουέζ περνάνε στη Μεσόγειο, εθεάθη αρχικά στο τρίγωνο Σύμη-Ρόδος-Καστελόριζο αλλά σήμερα έχει φθάσει μέχρι και στις ακτές της Βόρειας Ελλάδας. Η δηλητηριώδης τοξίνη που περιέχει είναι η τετραδοτοξίνη (ΤΤΧ), η οποία προκαλεί στον άνθρωπο αναπνευστικές διαταραχές, ανεπάρκεια του κυκλοφορικού συστήματος, μυϊκή παράλυση, ακόμη και θάνατο σε όποιον καταναλώσει το ψάρι μετά από 20 λεπτά έως 8 ώρες. Θανατηφόρα περιστατικά έχουν αναφερθεί ως τώρα στο Λίβανο και στο Ισραήλ (όπου το μήκος τους συχνά υπερβαίνει το μισό μέτρο ενώ το βάρος του είναι περίπου 1500-1700 gr). Ένα από τα χαρακτηριστικά του *L. sceleratus* είναι ότι έχει στενόμακρο σώμα, μερικώς πλευρικά πεπλατυσμένο σε σχήμα τορπίλης.

Ο πληθυσμός του *L.sceleratus* αυξάνεται σημαντικά και προκαλεί μεγάλη ανησυχία στις αρχές οι οποίες αναζητούν τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος. Αναπαράγεται σε ζεστά νερά τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο και γι' αυτό

το λόγο το είδος αυτό το συναντάμε και στην Ελλάδα. Τα θηλυκά κατά την περίοδο της αναπαραγωγής είναι πιο τοξικά από ότι τα αρσενικά. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η αύξηση της θερμοκρασίας των θαλασσών λόγω των κλιματικών αλλαγών δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για να μεταναστεύουν ψάρια από θερμότερες θάλασσες στα νερά της Μεσογείου. Η παρουσία των εισβολέων στο Αιγαίο προκαλεί σημαντικές συνέπειες στο οικοσύστημα και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ιχθυολόγων αναπτύσσεται έντονος ανταγωνισμός με τα γηγενή ψάρια για τη διαθέσιμη τροφή στις ελληνικές θάλασσες. Εκτός από το λαγοκέφαλο, πάντως, το τελευταίο διάστημα στο Νοτιοανατολικό Αιγαίο παρατηρείται αύξηση των πληθυσμών και άλλων ψαριών της ίδιας οικογένειας – των τετραοδοντιδών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Λεσσεψιανή Μετανάστευση



Διώρυγα Σουέζ

Η διώρυγα του Σουέζ είναι η μεγαλύτερη διώρυγα του κόσμου, συνολικού μήκους 168 χλμ., που προσθέτοντας τα σημεία αγκυροβολίων και το μήκος της ενδιάμεσης λίμνης, φθάνει τα 190 χλμ.. Έχει μέγιστο πλάτος, σε ορισμένα σημεία, 160-200 μ. και βάθος 11,60 μ. Διατρέχει κατά διεύθυνση Βορρά - Νότο τον ισθμό του Σουέζ, ενώνοντας τη Μεσόγειο θάλασσα με την Ερυθρά θάλασσα. Αρχίζει από το Πορτ Σάιντ, λιμένα εισόδου στη Μεσόγειο και καταλήγει στον λιμένα Σουέζ που βρίσκεται στο μυχό του ομώνυμου κόλπου της Ερυθράς.

Αποτελεί δέουσα σημασίας επίτευγμα αφού λόγω της δημιουργίας του οδηγήθηκαν σε αλλαγή κατοικίας πολλοί θαλάσσιοι πληθυσμοί.



Εικόνα 1: Διώρυγα Σουέζ, (Πηγή: el.wikipedia.org)

Λεσσεψιανή μετανάστευση- Εισαγωγή Λαγοκέφαλου στη Μεσόγειο

Ο όρος λεσσεψιανή μετανάστευση εισήχθη από τον Por το 1978 για την μετανάστευση οργανισμών από την Ερυθρά στη Μεσόγειο θάλασσα μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Ονομάστηκε λεσσεψιανή από τον κατασκευαστή της διώρυγας τον Ferdinand de Lesseps.

Οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει η μετανάστευση αυτή και γίνεται όλο και πιο έντονη στις μέρες μας είναι πολλοί. Η στάθμη του νερού της Ερυθράς θάλασσας είναι υψηλότερη από αυτήν της ανατολικής Μεσογείου και έτσι η διώρυγα λειτουργεί σαν ένα κανάλι διοχέτευσης υδάτων από την Ερυθρά προς τη Μεσόγειο θάλασσα.

Μαζί με το νερό μεταφέρονται και πολλοί υδρόβιοι οργανισμοί είτε σαν αυγά και προνύμφες, είτε σαν ενήλικα άτομα. Οι αλυκές, που αποτελούσαν

μέρος της διώρυγας, περιόριζαν για πολλές δεκαετίες τη μετανάστευση οργανισμών, αλλά με τη σταδιακή εξίσωση της αλατότητάς τους με αυτήν της Ερυθράς θάλασσας, το εμπόδιο αυτό έπαψε να υφίσταται. Η αλατότητα της διώρυγας κυμαίνεται στα 40 με 47‰, ενώ τα νερά της Μεσογείου φτάνουν τα 35‰ .

Επιπλέον, η κατασκευή του φράγματος του Ασσουάν τη δεκαετία του '60 περιόρισε την εισροή γλυκού νερού στην Ανατολική Μεσόγειο, κάνοντας τις τιμές αλατότητας της περιοχής αυτής παρόμοιες με εκείνες της Ερυθράς θάλασσας. Αυτό, σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας στην Ανατολική Μεσόγειο τα τελευταία 30 με 40 χρόνια, τόσο στα βαθιά όσο και στα επιφανειακά στρώματα, δημιούργησε ένα περιβάλλον ευνοϊκό για την εγκατάσταση ξενικά θερμόφιλων ειδών.

Τα περισσότερα λεσσεψιανά είδη είναι παράκτια και ζουν σε βάθη μικρότερα των 70 μέτρων. Αυτό είναι λογικό αν ληφθεί υπόψη ότι η διώρυγα του Σουέζ είχε μέγιστο βάθος επί κατασκευής 10 περίπου μέτρων και σ' αυτήν εισέρχονταν κυρίως παράκτια είδη.

Το 2011 λόγω εργασιών εκβάθυνσης η διώρυγα έφτασε σε βάθος τα 121 μέτρα και σε πλάτος τα 123 μέτρα. Αυτή η εξέλιξη άνοιξε διάπλατα την πόρτα της Ανατολικής Μεσογείου στους ξενικούς θαλάσσιους οργανισμούς και επιτάχυνε τις διαδικασίες μετανάστευσης που είχαν ξεκινήσει τον 19^ο αιώνα επί κατασκευής της διώρυγας .

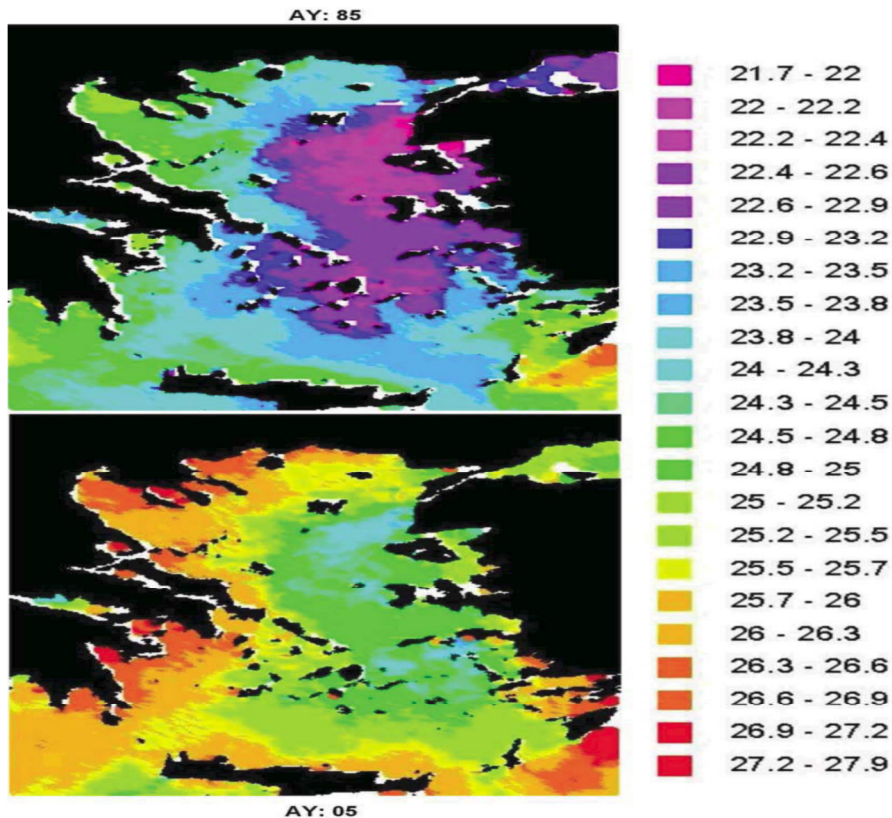
Τα είδη που ευνοούνται από την εκβάθυνση της διώρυγας για να εισβάλουν στη Μεσόγειο είναι κυρίως αυτά που ζουν στην άμμο: τα σαλάχια, τα διαβολόψαρα, τα χέλια κ.ά. Ο τοξικός λαγοκέφαλος (*Lagocephalus sceleratus*) πέρασε το Σουέζ το 2003 και κατάφερε να εγκατασταθεί στη χώρα μας με μεγάλη επιτυχία. Η αγαπημένη του περιοχή είναι το νοτιοανατολικό Αιγαίο.

Κάποια από αυτά τα είδη, όπως ο τοξικός λαγοκέφαλος, ο γερμανός που αλιεύεται συστηματικά στις Κυκλάδες και η φιστουλάρια ή τρομπέτα (είδος ζαργάνας), κατάφεραν να προσαρμοστούν με επιτυχία στο νέο τους θαλάσσιο οικοσύστημα, εκτοπίζοντας ή και εξαφανίζοντας άλλα είδη.

Τη μετανάστευση ευνοούν επίσης η κλιματική αλλαγή, καθώς η θερμοκρασία της Μεσογείου έχει ανέβει κατά 1 ° C (πίνακας κλιματικής αλλαγής στη θερμοκρασία της θάλασσας σελ.14), καθώς και τα έρματα των πλοίων, τα

οποία χρησιμοποιούν οι θαλάσσιοι μικροοργανισμοί ως μεταφορικά μέσα για να εισβάλουν στη Μεσόγειο.

Η Λεσσεψιανή μετανάστευση δεν έχει αφήσει ανεπηρέαστη τη χώρα μας. Οι άμεσες επιπτώσεις αυτού του φαινομένου έχουν εμφανιστεί και στο τραπέζι μας, καθώς παραδοσιακά είδη έχουν αρχίσει να δέχονται πιέσεις και διωγμούς. Για παράδειγμα, η τρομπέτα τρέφεται με τον γόνο των παραδοσιακών ελληνικών ψαριών, όπως της κουτσομούρας, του σαργού και άλλων, μειώνοντας περαιτέρω τον πληθυσμό τους. Οι πιο πρόσφατες μελέτες για τη σύσταση της ελληνικής ιχθυοπανίδας δείχνουν ότι το νοτιοανατολικό Αιγαίο αποτελείται κατά 10% από ξενικά είδη, η πλειοψηφία των οποίων έχουν έλθει από τις θάλασσες του Ινδικού Ωκεανού μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Σύμφωνα με τα νέα στοιχεία του ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. φαίνεται ότι το ποσοστό αυτό αναμένεται να εκτοξευθεί, καθώς τα δίκτυα των ψαράδων το τελευταίο χρονικό διάστημα περιέχουν έως και 70% «εισαγόμενα» αλιεύματα. Παράλληλα, τα αλιεύματα στις περιοχές της νότιας Τουρκίας δείχνουν ότι το ποσοστό των ειδών που έχουν έλθει από το Σουέζ αγγίζει το 40-45%. (Panagiotis Kasapidis, Panagiota Peristeraki, Georgios Tserpes and Antonios Magoulas, Gmelin 1789)



Εικόνα 2: Θερμοκρασία επιφάνειας θάλασσας στο Αιγαίο, τον Αύγουστο του 1985 (πάνω) και τον Αυγούστου 2005 (κάτω) (Πηγή: Raitsos et al., 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Γένος *Lagocephalus*



Το είδος *Lagocephalus sceleratus* ανήκει στην οικογένεια *Tetraodontidae* και η συστηματική του ταξινόμηση είναι η ακόλουθη:

Διαίρεση: Ευκαρυωτικά

Βασίλειο: *Animalia*

Φύλο: *Chordata*

Υπόφυλο: *Vertebrata*

Υπερομοταξία: *Gnathostomata*

Ταξινόμηση: *Teleostomi*

Ομάδα: Ιχθύες

Υποκατηγορία: *Neopterygii*

Διαίρεση: *Teleostei*

Υποδιαίρεση: *Euteleostei*

Υπερτάξη: *Acanthopterygii*

Σειρά: *Percomorpha*

Τάξη: *Tetraodontiformes*

Οικογένεια: *Tetraodontidae*

Γένος: *Lagocephalus*

Είδος : *Lagocephalus sceleratus*

Οικογένεια *Tetraodontidae*

Η οικογένεια περιλαμβάνει κυρίως θαλάσσια είδη. Πολλά από τα είδη της πηγαίνουν σε υφάλμυρα και γλυκά ύδατα. Έχει εντοπιστεί σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές του Ατλαντικού, του Ινδικού και του Ειρηνικού Ωκεανού. Τα ψάρια της οικογένειας αυτής είναι γυμνά ή με μικρά αγκάθια στην κοιλιά. Έχουν μεγάλο κεφάλι και ευρύ. Τα μάτια βρίσκονται στο πάνω μέρος του κεφαλιού, το βραγχιακό άνοιγμα βρίσκεται λίγο πριν από το θωρακικό πτερύγιο. Τα δόντια της γνάθου συντήκονται αλλά διαχωρίζονται από μία κεντρική ραφή σε κάθε σιαγόνα, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο 4 συντηγμένα δόντια τα οποία χρησιμοποιούνται για τη σύνθλιψη των κοχυλιών, των οστράκων και των μαλακίων που αποτελούν τη φυσική λεία τους. Το ραχιαίο και το εδρικό δεν έχουν σκληρές ακτίνες αλλά 7-15 μαλακές ακτίνες, το ουραίο πτερύγιο στρογγυλεμένο ή σε κάποια ημισελήνοειδές. Τα κοιλιακά πτερύγια λείπουν. Η

πλευρική γραμμή όταν υπάρχει συχνά δεν είναι καλά ορατή σε κάποια γένη πχ. *Lagocephalus Torquigener* είναι πολύ ευδιάκριτη. Απουσιάζουν τα πυκνά λέπια αλλά υπάρχουν κάποια μικρά λέπια στη ράχη ή στην κοιλιά ή μόνο στη κοιλιά και μερικές φορές στα πλευρά. Στα περισσότερα είδη το χρώμα ποικίλη σε ραχιαίο και πλευρά , με κηλίδες ποικίλου μεγέθους και χρωματισμού , ενώ κάποια άλλα έχουν ένα ομοιόμορφο χρώμα. Τα είδη της οικογένειας έχουν την ικανότητα να φουσκώνουν πολύ με νερό επιτυγχάνοντας μέγιστο μήκος 90 cm. Ορισμένα *puffers* περιέχουν τετραδοτοξίνη, ειδικά στα σπλάχνα και συγκεκριμένα στις γονάδες κάποιων κατά την περίοδο ωοτοκίας.

Περιλαμβάνει πολλά γνωστά είδη, τα οποία ονομάζονται ποικιλοτρόπως: *pufferfish, puffers, balloonfish, blowfish, bubblefish, globefish, swellfish, toadfish, toadies, honey toads, sugar toads, and sea squab*. Είναι μορφολογικά παρόμοια με το στενά συνδεδεμένο *porcupinefish*, το οποίο έχει μεγάλα εξωτερικά αγκάθια (σε αντίθεση με τα λεπτότερα, κρυμμένα αγκάθια των *Tetraodontidae*, τα οποία είναι ορατά μόνο όταν το ψάρι έχει φουσκώσει).

Η οικογένεια *Tetraodontidae* εκπροσωπείται στη Μεσόγειο Θάλασσα από 8 είδη, τα *Lagocephalus sceleratus, Lagocephalus suezensis, Lagocephalus spadiceus, Sphoeroides pachygaster, Ehippion guttifer, Torquigener flavimaculosus, Lagocephalus lagocephalus* και το *Tylerius spinosissimus* (Tortonese, 1986; Golani *et al.*, 2002; Akyol *et al.*, 2005; Corsini *et al.*, 2005).

Η οικογένεια *Tetraodontidae* είναι επίσης η πολυπληθέστερη οικογένεια εξωτικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα με 6 είδη, τα *L. sceleratus, L. suezensis, L. spadiceus, T. flavimaculosus, T. spinosissimus, S. pachygaster* (Golani, 2002; Corsini *et al.*, 2005; Golani *et al.*, 2006; Bilecenoglu *et al.*, 2006). Από αυτά μόνο το *S. pachygaster* προέρχεται από τον τροπικό Ατλαντικό, ενώ τα υπόλοιπα είναι λεσσεψιανοί μετανάστες (Golani, 2002; Corsini *et al.*, 2005, Kasapidis *et al.*, 2007).

Στα νερά της Κύπρου καταγράφηκαν μέχρι σήμερα τα είδη *Lagocephalus sceleratus, Lagocephalus suezensis, Lagocephalus spadiceus* και η *Sphoeroides pachygaster* . (Katsanevakis *et al.*, 2009).

Η *Tetraodontidae* περιέχει τουλάχιστον 120 είδη των *puffers*. Συναντώνται στις τροπικές περιοχές και σχετικά σπάνια στην εύκρατη ζώνη, ενώ απουσιάζει

παντελώς από τα κρύα νερά. Είναι συνήθως μικρά και μεσαίου μεγέθους, αν και μερικά είδη μπορεί να φθάσουν μήκη μεγαλύτερα από 100 εκατοστά.

Τα μέλη της οικογένειας Tetraodontidae ζουν κυρίως σε αβαθή παράκτια νερά τροπικών και υποτροπικών περιοχών, ενώ κάποια είναι πελαγικά και κάποια άλλα ζουν σε υφάλμυρα ή γλυκά νερά (Froese & Pauly, 2010). Τα τελευταία χρόνια μετά την είσοδο του *Lagocephalus sceleratus* στις ελληνικές θάλασσες, ανακαλύψαμε την καλή προσαρμοστικότητα του σε συνθήκες αιχμαλωσίας, αφού το είδος εκτίθεται στο “Cretaquarium” στο Ηράκλειο της Κρήτης. Συχνά βρίσκονται μόνα αν και κάποια είδη συναντώνται κοπαδιαστά ειδικά την εποχή της αναπαραγωγής. (Gmelin, 1789)



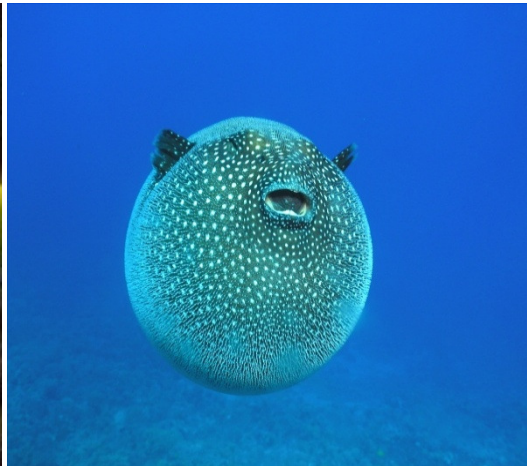
Εικόνα 3



Εικόνα 4



Εικόνα 5



Εικόνα 6

Εικόνες 3,4,5,6: Πρόκειται για υφαλόφιλα ψάρια που τα συναντάμε σε αμμώδεις περιοχές κοντά σε βράχους,πέτρες και φύκη και κοράλλια.

Πηγή: www.istanbul.com

Είδη του Γένους *Lagocephalus*

Τα είδη του γένους *Lagocephalus* που υπάρχουν παγκοσμίως είναι τα εξής : *Lagocephalus gloveri* (Abe & Tabeta, 1983), *Lagocephalus guentheri* (Miranda-Ribeiro, 1915), *Lagocephalus inermis* (Temminck & Schlegel, 1850), *Lagocephalus laevigatus* (Linnaeus, 1766), *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) *Lagocephalus lagocephalus oceanicus* (Jordan & Evermann, 1903), *Lagocephalus lunaris* (Bloch & Schneider, 1801). Στην Ελλάδα έχουν εμφανιστεί τα εξής είδη της οικογένειας αυτής: *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) για τον οποίο γίνεται και η παρούσα εργασία, *Lagocephalus spadiceus* (Richardson, 1845), είναι επίσης γνωστό ως *pufferfish*, είναι ένα είδος ψαριών της οικογένειας *Tetraodontidae*. Ο *L.spadiceus* είναι ένα συνηθισμένο ψάρι στην Ερυθρά Θάλασσα, καθώς και τον Ινδικό Ωκεανό, αλλά μπορεί να βρεθεί και στη Μεσόγειο, όπου έφτασε από το φυσικό του περιβάλλον μέσω της Λεσσεψιανής μετανάστευσης. Όπως ο *Lagocephalus scelaratus*, έτσι κι αυτό περιέχει ένα ισχυρό θανατηφόρο δηλητήριο στα σπλάχνα του, που ονομάζεται τετροδοτοξίνη.

Ένα άλλο είδος είναι ο *Lagocephalus suezensis* (Clark & Gohar, 1953), ο οποίος είναι και αυτός Λεσσεψιανός μετανάστης και τον συναντάμε κι αυτόν στην Ελλάδα. Και τέλος ο *Lagocephalus wheeleri* (Abe, Tabeta & Kitahama, 1984).



Εικόνα 7, (Πηγή: filiatranews.blogspot.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Το είδος

Lagocephalus sceleratus



Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Ο Λαγοκέφαλος, ή *Lagocephalus sceleratus* όπως είναι κανονικά η επιστημονική του ονομασία, είναι ένα δηλητηριώδες ψάρι και ανήκει στην οικογένεια των *Tetraodontidae*.

Τα είδη της συγκεκριμένης οικογένειας έχουν την ικανότητα να διογκώνονται όταν απειλούνται με τη χρήση νερού ή αέρα (γεγονός που καθιστά δύσκολο για ένα αρπακτικό να τα καταπιεί), να γίνονται σφαιρικά και να επιπλέουν για αυτό ονομάζονται και *pufferfish*.

Ο *Lagocephalus sceleratus* έχει στενόμακρο σώμα, πλευρικά μερικώς πεπλατυσμένο σε σχήμα τορπίλης. Δεν υπάρχουν λέπια στο σώμα εκτός από μερικά αγκάθια και στη ραχιαία επιφάνεια που εκτίνονται έως την αρχή του ραχιαίου πτερυγίου. Το ραχιαίο και το εδρικό πτερύγιο είναι τοποθετημένο προς την ουρά και δεν έχουν σκληρές ακτίνες. Έχει 12 μαλακές ακτίνες το ραχιαίο και το εδρικό 10 μαλακές ακτίνες. Τα θωρακικά έχουν 18 ακτίνες μαλακές ενώ το ουραίο 20 ακτίνες μαλακές. Τα κοιλιακά πτερύγια απουσιάζουν. Έχει 2 πλευρικές γραμμές πολύ ευδιάκριτες. Το πάνω μέρος της βάσης του θωρακικού πτερυγίου βρίσκεται χαμηλότερα από το περίγραμμα του ματιού. Τα θωρακικά έχουν μεγάλη βάση και στρογγυλεμένα άκρα και έχουν στρογγυλεμένο τελικό άκρο. Το σώμα είναι σκούρο καφέ ραχιαία με διασπαρμένες σκούρες κηλίδες και λευκό κοιλιακά. Μια ευδιάκριτη πλατιά ασημί ταινία στο κατώτερο τμήμα και μια ασημί κηλίδα μπροστά από τα μάτια. Η βάση των θωρακικών πτερυγίων είναι μαύρη.

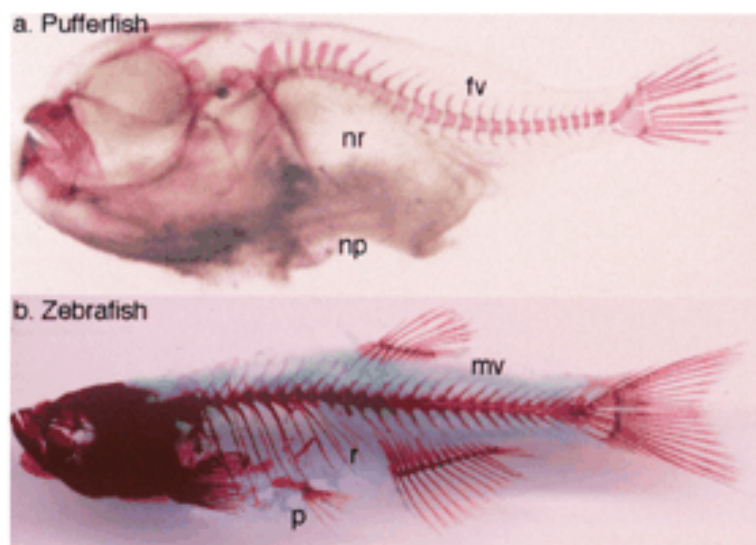


Δύο είδη *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin 1789) παρατηρήθηκαν στις 14 Μαΐου 2005 στην ακτή Adrasan (Antalya Bay) σε βάθος 3 μέτρων. Τα είδη αυτά είχαν συνολικό μήκος της τάξης των 20cm (Φωτογραφία από Alp Can)

Εικόνα 8

Δεν έχει λέπια και φέρει 4 μεγάλα δόντια. Το μέγιστο μήκος του φτάνει τα 110cm ενώ το σύνηθες μέγεθος του είναι 40cm. Το μέγιστο βάρος είναι 7kg. Κατά τη διάρκεια απορρόφησης νερού ή αέρα προκειμένου να φουσκώσει για να

απωθήσει το θηρευτή του, είναι χαρακτηριστικός ο δυνατός θόρυβος που προκαλείται από την τριβή των δυνατών δοντιών της άνω και της κάτω γνάθου. Αφού απορροφήσει νερό σφραγίζει το στόμα του χρησιμοποιώντας την ειδική βαλβίδα που υπάρχει στο κάτω μέρος του στόματος και στη συνέχεια ενεργοποιείται μια τροποποιημένη αψίδα βραγχίων που ωθεί το νερό από τον οισοφάγο στο στομάχι. Το εξαιρετικά ελαστικό στομάχι επεκτείνεται και με αυτόν τον τρόπο. (Murat Bilecenoglu1*, Murat Kaya2 and Sencer Akalin2, Gmelin 1789)



Εικόνα 9



Εικόνα 10

Σύμφωνα με τους Hedges(2002), Hedges και Kumar (2002), Santini και Tyler (1999), τα *pufferfishes* χαρακτηρίζονται από έλλειψη πλευρών, επιπλεύρων και λεκάνης, εμφανίζουν λίγους σπονδύλους, όπως αποκαλύφθηκε με τη χρώση ερυθρού της αλιζαρίνης σε διάφορες μελέτες.



Εικόνα 11

Μέλη αυτής της οικογένειας βρέθηκαν σε απολιθώματα 50 περίπου εκατομμυρίων ετών, από την πρώιμη Ηώκαινο Εποχή της Τριτογενούς Περιόδου.

(Froese & Pauly, 2010)

Είδη που μοιάζουν με το *Lagocephalus sceleratus*



Εικόνα 12

Torquigener flavimaculosus

Αυτό το είδος χαρακτηρίζεται από ανοιχτόχρωμες βούλες και αγκαθάρια στην κοιλιακή χώρα.



Εικόνα 13

Lagocephalus suezensis

Το συγκεκριμένο είδος εμφανίζεται σε μεγέθη μικρότερα των 18 cm και χαρακτηρίζεται από γκρι-καφέ βούλες ακανόνιστου σχήματος.



Εικόνα 14

Sphoeroides pachygaster

Πρόκειται για ένα είδος που χαρακτηρίζεται από λεία, ανοιχτή πράσινη ράχη χωρίς βούλες.

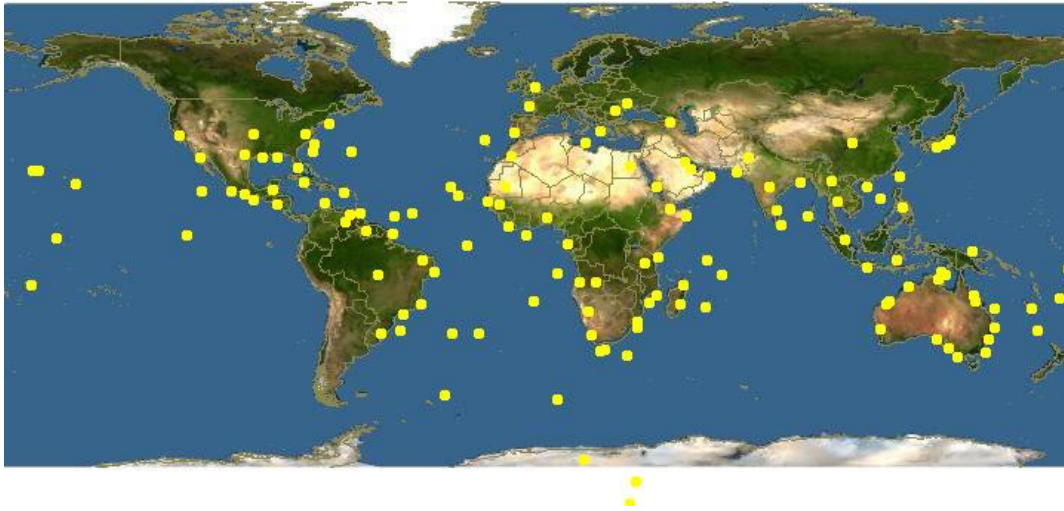


Εικόνα 15

Lagocephalus spadiceus

Αυτός ο λαγοκέφαλος παρουσιάζει αγκαθωτό τμήμα πρόσθια στη ράχη (μέχρι το ύψος του θωρακικού πτερυγίου), ίσια ουρά, ενώ απουσιάζουν χαρακτηριστικά στίγματα.

Οι περιοχές που συναντώνται όλα τα είδη του γένους *Lagocerphalus* απεικονίζονται στον χάρτη που ακολουθεί



Εικόνα 16, (Πηγή: www.discoverlife.org)

Διατροφικές συνήθειες

Ο λαγοκέφαλος ή αλλιώς λαγός, ή κουνελόψαρο όπως αποκαλείται από πολλούς τρέφεται ως επί των πλείστων με ψάρια κυρίως των γενών *Siganus* , *Mullus* , *Scorpaena* , *Diplodus* , ακόμα και με μικρότερα άτομα του ίδιου είδους(κανιβαλισμός), κεφαλόποδα (χταπόδια, σουπιές, καλαμάρια) και μαλακόστρακα κυρίως καβούρια. Η εντατική θήρευση των κεφαλόποδων από το λαγοκέφαλο, ίσως εξηγεί εν μέρει την πτωτική τάση στις ιχθυοφορτίσεις κεφαλόποδων και ειδικά χταποδιών από το 2007 μέχρι σήμερα. Ο λαγοκέφαλος τρέφεται επίσης σε μικρότερο βαθμό με εχινόδερμα κυρίως αχινούς.

Μετά από σειρά πειραματικών μελετών έχει φανεί ότι στα στομαχικά περιεχόμενα των ψαριών αυτών υπήρξαν αρκετές φορές κομμάτια από δίχτυα, παραγάδια, αγκίστρια ή καθετές που υποδηλώνουν ότι κατά πάσα πιθανότητα ο λαγοκέφαλος τρέφεται με γρήγορα ψάρια μόνο όταν είναι ήδη παγιδευμένα στα δίχτυα, τακτική η οποία είναι πολύ αποδοτική ενεργειακά.

Υπάρχει επίσης η πιθανότητα ο λαγοκέφαλος να χρησιμοποιεί τα δίκτυα για να συλλαμβάνει γρήγορα ψάρια, σπρώχνοντάς τα μέσα σε αυτά. Αν αυτό ισχύει, αποτελεί ένδειξη υψηλής νοημοσύνης, αφού τέτοιου είδους συμπεριφορά παρατηρείται σε εξελικτικά ανώτερους οργανισμούς, όπως είναι τα θαλάσσια θηλαστικά (π.χ. δελφίνια).

Σε κάθε περίπτωση φαίνεται να είναι ένα πολύ ευπροσάρμοστο είδος ψαριού, σε ότι αφορά τις διατροφικές συνήθειες, γεγονός που μπορεί σε κάποιο βαθμό να εξηγήσει την επιτυχή του εγκατάσταση, σε σχέση με άλλα είδη, στο νέο του περιβάλλον.

Αναπαραγωγή



Εικόνα 16: Baby Puffer in Lower New York Bay (Πηγή: <http://natureontheedgenyc.blogspot.gr/>)

Ο *Lagocephalus sceleratus* εμφανίζεται σε δύο φύλα αρσενικό και θηλυκό, καθώς επίσης και στην ανώριμη φάση των δύο προαναφερθέντων φύλων. Διάφορες μελέτες επισήμαναν ότι τα θηλυκά είναι συνήθως μεγαλύτερα από τα αρσενικά.

Σύμφωνα με την κλίμακα Nikolsy υπάρχουν έξι στάδια ωριμότητας: 1.ανώριμο, 2.παρθένο σε ανάπτυξη, 3.ανώριμο, 4.σε ωρίμανση, 5.ώριμο και 6.υπό αναρρόφηση ή σε ανάπαυση. Στο στάδιο της αναπαραγωγής το μήκος είναι μεγαλύτερο από 40 εκατοστά και το βάρος περίπου 1-1,5 κιλό. Στα στάδια

3-6 το μέσο μήκος και στα δύο φύλα είναι περίπου 20 εκατοστά. Σύμφωνα με την εξίσωση της σχέσης μήκους-βάρους $W=aTL^b$ όπου W το βάρος σε γραμμάρια και TL το ολικό μήκος σε cm. Όταν η τιμή του εκθέτη $b=3$, τότε το βάρος αυξάνεται ισομετρικά με το μήκος. Όταν το b είναι διάφορο του 3 τότε η αύξηση είναι αλλομετρική. Από μελέτες έχει φανεί ότι το βάρος του *Lagocephalus sceleratus* αυξάνεται ελαφρώς αλλομετρικά σε σχέση με το μήκος, δηλαδή το βάρος αυξάνεται με ρυθμό αναλογικά μεγαλύτερο από το μήκος τους. Στα περισσότερα ψάρια του είδους το μήκος κυμαίνεται μεταξύ 60 και 70cm (υπάρχουν ωστόσο αναφορές για λαγοκέφαλο 110cm). Το βάρος ξεκινάει από 2,79 και φτάνει τα 5,610 g, ενώ το μεγαλύτερο *sceleratus* που έχει πιαστεί είναι 7,000g. Η μελέτη των Mihailidis et al, 2001 έδειξε ότι τα θηλυκά είναι βαρύτερα από τα αρσενικά, ενώ των Letourner et al, 1998 ακριβώς το αντίθετο.

Το λεσσεψιανό αυτό είδος αναπαράγεται στα πιο ζεστά νερά της περιοχής που βρίσκεται κυρίως μία φορά το χρόνο και ιδιαίτερα τους πρώτους μήνες του καλοκαιριού. Διάφορες μελέτες που διεξήχθησαν στη Μεσόγειο δείχνουν μια προτίμηση στον Ιούνιο και τον Ιούλιο. Επίσης μελέτες έδειξαν ότι η αναπαραγωγική περίοδος συμπίπτει με επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας (SST) 23°C. Κατά την εξέλιξη των ειδών, τα ψάρια έχουν αναπτύξει διαφορετικές τεχνικές και διαδικασίες στο ζευγάρωμα και την διαδικασία της αναπαραγωγής τους. Ξεκινούν από τις πιο απλές διαδικασίες, του να αφήνουν αυγά και σπέρμα στο νερό και να σταματούν εκεί να ασχολούνται με την τύχη των αυγών και φτάνουν σε πολύπλοκες τεχνικές στον τρόπο ζευγαρώματος, αλλά και της φροντίδας των αυγών αρχικά και στην συνέχεια των μικρών. Στην μεγάλη τους πλειοψηφία τα ψάρια γεννούν αυγά. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και ο *L. sceleratus*. Πολλά είδη όπως αναφέραμε ήδη, αφήνουν τα αυγά τους στο νερό, ενώ άλλα τα αποθέτουν πάνω σε κάποια υλικά που μπορεί να είναι πέτρα, φύλλα φυτών, ξερά φύλλα δένδρων που έπεσαν στο νερό ή ξύλα. Τα ψάρια που αφήνουν τα αυγά στο νερό χωρίς να τα αποθέτουν κάπου κάνουν πολύ περισσότερα από ότι αυτά που τα προστατεύουν. Αυτό δεν είναι τυχαίο. Όταν τα αυγά είναι απροστάτευτα, το μεγαλύτερο μέρος τους γίνεται τροφή άλλων ψαριών και ένα πολύ μικρό μέρος τους καταφέρνει να φτάσει στο στάδιο της εκκόλαψης. Αλλά και τότε, μέχρι να γίνουν ενήλικα ψάρια πολλά πέφτουν θύματα άλλων κυνηγών. Όσο πιο πολύ φροντίζουν κάποια είδη τα αυγά τους τόσο λιγότερα κάνουν συνήθως. Αφού τα φροντίζουν έχουν πολύ περισσότερες

πιθανότητες να επιβιώσουν τα πιο πολλά και έτσι να συνεχιστεί το είδος. Όταν πρόκειται να ζευγαρώσουν δυο ψάρια, ξεκινούν με το φλερτ. Με αυτό εννοούμε μια διαδικασία που ακολουθούν, που έχει να κάνει με συμπεριφορά, με αλλαγή χρώματος ή με αλλαγή ακόμα και των χαρακτηριστικών σχεδίων που έχουν πάνω στο σώμα τους. Όλα αυτά έχουν σαν στόχο να συγχρονιστούν τα δυο μέρη ώστε την κατάλληλη στιγμή, ταυτόχρονα να αποθέσουν ωάρια και σπέρμα για να είναι επιτυχημένη η γονιμοποίηση των ωαρίων. Η διάρκεια του φλερτ είναι πολύ διαφορετική από είδος σε είδος. Ψάρια που γεννούν ελεύθερα στο νερό δεν χρειάζεται να έχουν μεγάλη διάρκεια και σε μερικά είδη, η όλη διαδικασία δεν διαρκεί περισσότερο από μερικά δευτερόλεπτα.

Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)

Η αναπαραγωγική περίοδος καθορίζεται με την μέτρηση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) που υπολογίζεται με τον λόγο του τύπου $GSI = 100 \times (GW / TW)$, όπου GW είναι το βάρος γονάδων και TW είναι το συνολικό βάρος του ψαριού.

(Anderson και Gutreuter, 1983)

Η σχετική γονιμότητα υπολογίζεται ως ο π. = F / W (ζ). Γονιμότητα (F)-ολικού μήκους (TL), γονιμότητα βάρους (W) και οι σχέσεις καθορίζονται από την εξίσωση $F = a * x^b$ όπου F = γονιμότητα, x = μήκος ή βάρος, α = μια σταθερά και β = εκθέτης (Bagenal, 1978).

Το μέγεθος του αυγού προσδιορίζεται με χρήση ευαίσθητου μικρόμετρου (ευαισθησία σε 0,01 mm). Η μέση διάμετρος του αυγού υπολογίζεται ως εξής: μέση διάμετρος αυγού(mm) = Μήκος του μεγάλου άξονα + μήκος του μικρού άξονα / 2 (Murúa et al, 2003?. Jakobsen et al, 2009) Η διάμετρος των αυγών κυμαίνεται από 385 έως 717 μm.

Το μέσο μήκος της πρώτης γεννητικής ωριμότητας στον *Lagocephalus sceleratus* κυμαίνεται περίπου στα 20cm, ενώ η πρώτη αναπαραγωγή φαίνεται να πραγματοποιείται στα πρώτα 2 χρόνια της ζωής με μέσο μήκος τα 45 cm. Σε

αρκετές μελέτες μετά την αναπαραγωγή δεν εμφανίζονται δείγματα ώριμων φαριών του είδους, ίσως γιατί μεταναστεύουν σε βαθύτερα νερά.

Τοξικότητα σε συνάρτηση με την αναπαραγωγική περίοδο

Η τοξικότητα του λαγοκέφαλου αυξάνεται σταδιακά πριν την αναπαραγωγική περίοδο και μειώνεται απότομα με το τέλος της (Kodama *et al.*, 1983; Kotb, 1998). Οι πιο ψηλές τιμές τοξικότητας για δείγματα από τον κόλπο του Σουέζ, καταγράφηκαν τον Απρίλιο, Μάιο και τον Ιούνιο και για τα δύο φύλα, περίοδος που συμπίπτει με την αναπαραγωγική φάση της ζωής του είδους (Sabrah *et al.*, 2006). Αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι οι γονάδες, ιδιαίτερα στα θηλυκά άτομα, παρουσιάζουν τον υψηλότερο βαθμό τοξικότητας, συγκρινόμενες με άλλα όργανα του είδους (Kanoth *et al.*, 1984; Kanoth, 1989; Fuchi *et al.*, 1988; Ali *et al.*, 1995; Kotb, 1998; Galil, 2007).

Συνήθειες

Συγκρινόμενος με άλλα είδη, ο λαγοκέφαλος, όπως και τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειας, δείχνει να είναι σχετικά βραδυκίνητος. Όταν είναι αδρανής, φαίνεται να αιωρείται σχεδόν ακίνητος, κινώντας μόνο τα θωρακικά πτερύγια. Παρόλα αυτά είναι ικανός να κινείται με εκπληκτική ταχύτητα, όταν νιώθει ότι απειλείται ή όταν κυνηγάει το θήραμά του. Κύρια κινητήρια πτερύγια είναι τα θωρακικά, το ραχιαίο και το εδρικό, ενώ το ουραίο χρησιμεύει κυρίως ως πηδάλιο. (Halstead, 1988). Πρόκειται για ένα αρκετά επιθετικό είδος, έτοιμο να αρπάξει οποιοδήποτε δόλωμα του προσφερθεί. Είναι πιθανό να επιτεθεί απρόκλητα και να σπάσει με ιδιαίτερη ευκολία, χρησιμοποιώντας τα ισχυρά του δόντια, κόκκαλα ακόμα και αγκίστρια (Government of Australia, 2008; Kuitert, 1996).

Κάποια άλλα είδη της οικογένειας *Tetraodontidae* παρουσιάζουν ιδιαίτερα επιθετική συμπεριφορά, καταφέροντας σοβαρές δαγκωματιές σε κολυμβητές, ενώ σύμφωνα με κάποιους συγγραφείς τα ανθρώπινα αρσενικά γεννητικά όργανα είναι συχνοί στόχοι των επιθέσεών τους (Halstead, 1988). Σε ότι αφορά

τους μεσογειακούς πληθυσμούς λαγοκέφαλου, δεν υπάρχουν επίσημες αναφορές για τέτοιου είδους συμπεριφορά.



Εικόνα 18, (Πηγή:www.cretegazette.com)

Τρόποι σύλληψής του

Η αλίευση του δηλητηριώδους ιχθύος από τις μέχρι σήμερα καταγραφές έχει γίνει με δίχτυα, παραγάδια, συρτή βυθού, πεζότρατα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την συλληψιμότητα του είδους:

- Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας (SST)
- Άνεμος
- Θαλάσσιο ρεύμα
- Είδος υποστρώματος
- Φάσεις της σελήνης

Σύμφωνα με την πειραματική μελέτη που έκανε το 2011 το τμήμα αλιείας και θαλάσσιων ερευνών της Κύπρου φάνηκε η προτίμηση των λαγοκέφαλων σε περιοχές με μεγαλύτερη θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας, που είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας σύλληψης των ψαριών. Οι διαφορετικές εντάσεις ανέμου, και η ύπαρξη θαλάσσιων ρευμάτων δεν έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν αρνητικά τη συλληψιμότητα του συγκεκριμένου είδους. Τα διάφορα είδη υποστρώματος, είτε πρόκειται για φύκια, άμμο, λάσπη είτε για βραχώδεις περιοχές δεν φαίνεται ότι επηρεάζουν ούτε την αφθονία των ψαριών αλλά ούτε την συλληψιμότητά τους. Μαρτυρίες από αρκετά αλιευτικά ταξίδια σε πληρότητα φεγγαριού, δείχνουν αυξημένο μέσο όρο σύλληψης ψαριών αν και σε γενικές γραμμές η πανσέληνος δεν φαίνεται να διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στην συλληψιμότητα του λαγοκέφαλου. Κοινή διαπίστωση των

αλιέων είναι ότι ο λαγοκέφαλος δεν προκαλεί συχνά ζημιές στα εργαλεία κατά τη διάρκεια της νύχτας και ότι όσο πιο αργά το πρωί ανεβάζουν τα δίχτυα τους, τόσο περισσότερες είναι οι ζημιές και οι λαγοκέφαλοι που συλλαμβάνονται. Η διαπίστωση αυτή, σε συνδυασμό με την προηγούμενη, έστω και μικρή, συσχέτιση της φωτεινότητας με το μέγεθος της ψαριάς, μπορούν να οδηγήσουν στο συμπέρασμα ότι ο *Lagocephalus sceleratus* είναι ένα είδος που βασίζεται αρκετά στην όραση για την εξεύρεση της τροφής του.

Θηρευτές

Δεν φαίνεται να έχει θηρευτές στη Μεσόγειο, παρόλο που σε άλλες περιοχές μεγαλύτερα ψάρια τρέφονται με αυτόν, προφανώς χωρίς παρενέργειες από την τοξίνη. Στην Αυστραλία λαγοκέφαλοι βρέθηκαν στα στομάχια τονοειδών, γοφαριών (*Pomatomus saltatrix*) και ενός είδους κρانيών (*Argyrosomus japonicus*) (Government of Australia, 2008). Ο λόγος για τον οποίο το δηλητήριο δεν επηρεάζει αυτά τα είδη είναι άγνωστος (Fischer & Bianchi, 1984; Halstead, 1988). Στους κατά λάθος θηρευτές ανήκουν οι σκύλοι που είτε κατανάλωσαν ψάρι που ξέβρασε η θάλασσα, είτε εντόσθια του ψαριού από κάδο απορριμμάτων εστιατορίου της ανατολής .



Τόνος



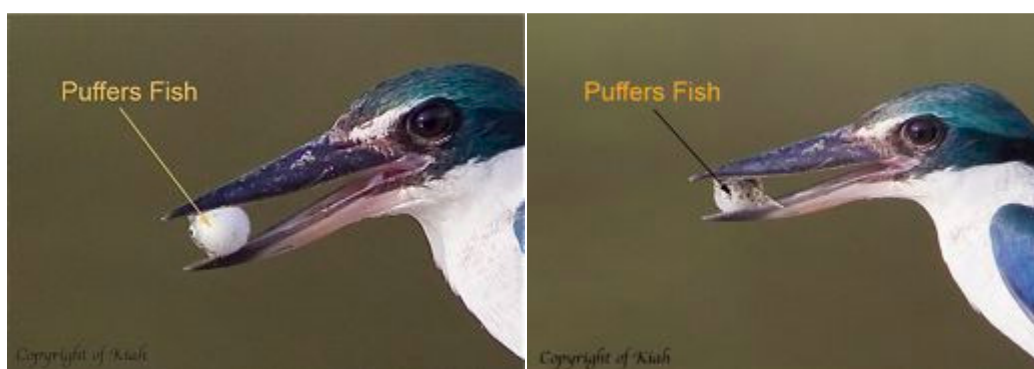
Pomatomus saltatrix



Argyrosomus japonicus

Εικόνα 19, (Πηγή: www.hellenica.de)

Επίσης τα πουλιά ανήκουν στους θηρευτές της οικογένειας των *Tetraodontidae*. Έχουν υπάρξει καταγραφές πουλιών όπως τα Collared Kingfisher και γλάρους που έχουν καταναλώσει τα δηλητηριώδη ψάρια και έχουν επιζήσει, χωρίς παρόλα αυτά να γνωρίζουμε αν υπάρχει κάποια ιδιαιτερότητα στην άμυνα του οργανισμού τους ενάντια στην παραλυτική τοξίνη. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα *puffers* δηλητηριώδη. Ακόμα κι αν είναι δηλητηριώδες ένα ψάρι, η ποσότητα του δηλητηρίου εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και την εποχή οπότε ίσως με αυτόν τον τρόπο να εξηγείται η πιθανή επιβίωση των πουλιών.



Εικόνα 20, (Πηγή: www.besgroup.org)

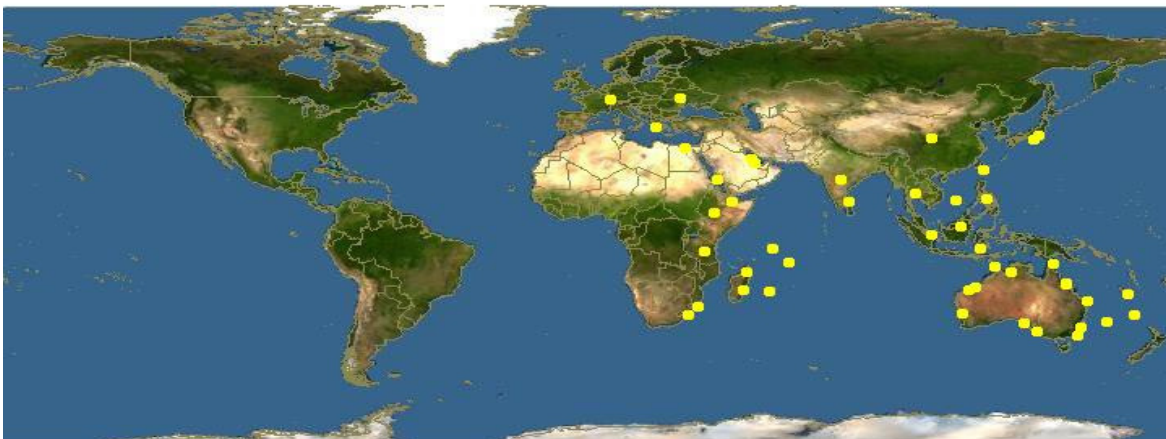


Εικόνα 21, (Πηγή: www.besgroup.org)

Γεωγραφική εξάπλωση του *Lagocephalus sceleratus*

Ο Λαγοκέφαλος έχει βρεθεί να κατοικεί νοτιοδυτικά του Ινδικού Ωκεανού (Aguilhas Current), στον Ατλαντικό Ωκεανό, βορειοανατολικά της Αυστραλίας (Coral Sea), Ανατολικά της Αυστραλίας, στον Κόλπο του Άντεν – μεταξύ Υεμένης και Σομαλίας, στον Κόλπο της Άκαμπα – ανατολικά του κόλπου του Suez, στον Κόλπο της Ταυλάνδης, στον Ινδικό Ωκεανό, στη Θάλασσα της Ινδονησίας, στο Kuroshio Current – δυτικά του Βόρειου Ωκεανού, στις Φιλιππίνες (Κόλπο Lingayen), στη Μεσόγειο Θάλασσα, Βόρεια της Αυστραλίας, Βορειοδυτικά της Αυστραλίας, στον Ειρηνικό Ωκεανό, στην Ταιβάν (HU-Peng νησί), στον Περσικό Κόλπο, στην Ερυθρά Θάλασσα, στην Samar Θάλασσα (μικρή έκταση θάλασσας στο Φιλιππινέζικο Αρχιπέλαγος), νότια των Φιλιππίνων (Sogod Bay), στη Θάλασσα της Νότιας Κίνας, στην Sulu-Celebes Θάλασσα (μεταξύ Μαλαισίας, Φιλιππίνων και Ινδονησίας) και στην Tayabas Bay (νότια του νησιού Luzon στις Φιλιππίνες. Ζει σε τροπικά κλίματα κυρίως στον Ινδικό και Δυτικό Ειρηνικό. Ο Λαγοκεφαλος εντοπίστηκε πρώτη φορά τον Φεβρουάριο του 2003 στα Δυτικά παράλια της Τουρκίας , ανατολικά της νήσου Κω. Στη συνέχεια , το 2004 εντοπίστηκε στα παράλια της Γιάφας (Ισραήλ) και της Απάλειας (Τουρκία) , το 2005 στα παράλια του Ηρακλείου ,της Ρόδου και της Γεωργιούπολης στην Κρήτη και το 2006 στα παράλια της Σμύρνης. Σήμερα ζει σε όλο σχεδόν το Αιγαίο Πέλαγος.

Στον συγκεκριμένο χάρτη απεικονίζονται οι θαλάσσιες περιοχές στις οποίες εμφανίζονται οι *Lagocephalus sceleratus*.



Εικόνα 22, (Πηγή:www.tunisienumerique.com)

Εγκατάσταση του είδους σε νέο περιβάλλον

Ο λαγοκέφαλος έχει πλέον εξαπλωθεί σε μεγάλο βαθμό στα νερά της Μεσογείου και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στους παράκτιους αλιείς, καταστρέφοντας τα εργαλεία και τα αλιεύματά τους. Το είδος προσαρμόστηκε απόλυτα στις συνθήκες της περιοχής και πλέον αναπαράγεται ανενόχλητο στα νερά της Κύπρου και της Ελλάδας, ενώ αργά αλλά σταθερά φαίνεται να επεκτείνεται και δυτικότερα.

Το γεγονός ότι το είδος εμφανίστηκε αρχικά στην Κύπρο και στην Κρήτη και εν συνεχεία στη Σύμη, στη Ρόδο και στο βόρειο Αιγαίο με σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις αρχικές περιοχές, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία δεν είναι ο μοναδικός περιοριστικός παράγοντας εξάπλωσης του είδους. Η μελλοντική του εξάπλωση σε ολόκληρη τη Μεσόγειο αποτελεί πλέον πιθανό σενάριο και τα προβλήματα που θα δημιουργηθούν πιθανό να χρειαστεί να αντιμετωπιστούν σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η επιτυχής εγκατάσταση του είδους *Lagocephalus sceleratus* οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα σε ένα ή περισσότερους από τους πιο κάτω λόγους :

- Παρουσιάζει πολύ γρήγορη σωματική αύξηση ,ιδιαίτερα κατά τη θερμή περίοδο του έτους.
- Η πρώτη αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα πολύ νωρίς, μόλις στο δεύτερο έτος ζωής του ψαριού.
- Το είδος παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα, ιδιαίτερα στις διατροφικές του συνήθειες.
- Ο λαγοκέφαλος, λόγω της τοξικότητάς του και των σχετικών απαγορεύσεων για την βρώση του, δεν αποτελεί είδος στόχο για την παράκτια αλιεία.
- Κατά πάσα πιθανότητα το είδος δεν τυγχάνει ανταγωνισμού ή θήρευσης τουλάχιστον σε μεγάλο βαθμό από άλλα είδη.
- Υπάρχει πιθανότητα το είδος να παρουσιάζει υψηλή νοημοσύνη σε σχέση με άλλα είδη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Τοξικότητα του *Lagocephalus sceleratus*

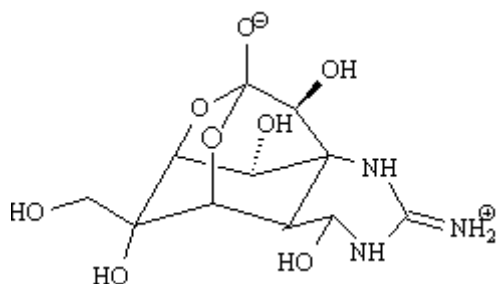


Γίγας *Lagocephalus sceleratus*

Η τοξίνη που υπάρχει στο σώμα του *Lagocephalus scelaratus* ονομάζεται τετροδοτοξίνη και προκαλεί στον άνθρωπο από σοβαρές δηλητηριάσεις μέχρι και τον θάνατο, λόγω της παράλυσης που προκαλεί στο αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα. Θανατηφόρα περιστατικά έχουν αναφερθεί στο Λίβανο και το Ισραήλ.

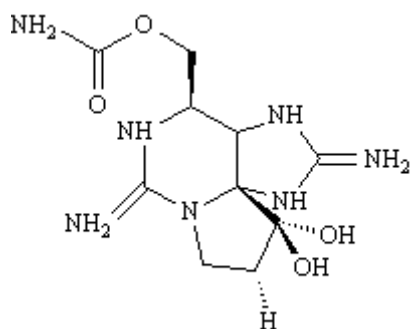
Τετροδοτοξίνη

Από το ήπαρ των ψαριών της οικογένειας *Tetraodontidae* απομονώθηκε η νευροτοξίνη Τετροδοτοξίνη (Tetrodotoxin) που επιδρά επί του κεντρικού νευρικού συστήματος προκαλώντας αρχικά ανωμαλίες στο αναπνευστικό σύστημα και σε μεγαλύτερες δόσεις πλήρη παράλυση του. Ο μηχανισμός δράσης της Τετροδοτοξίνης βρέθηκε να είναι ανάλογος με αυτόν της Σαξιτοξίνης.



Τετροδοτοξίνη

Η σαξιτοξίνη παράγεται από συμβιωτικό βακτήριο του δινομαστιγωτού *Gonyalax tamarensis* και βιοσυσσωρεύεται στα οστρακοειδή που τρέφονται με αυτό προσφέροντας τους έτσι προστασία από τις θαλάσσιες βύδρες. Έχει βρεθεί ότι η σαξιτοξίνη ενώνεται στην εξωκυτταρική επιφάνεια των μεμβρανών των νευρικών απολήξεων σταματώντας έτσι την παθητική, μέσω των καναλιών, είσοδο των ιόντων νατρίου. Η σαξιτοξίνη είναι 160.000 φορές πιο δραστική από την κοκαΐνη και την προκαΐνη που επιδρούν στο νευρικό σύστημα με ανάλογο τρόπο χωρίς όμως να δεσμεύουν εκλεκτικά την είσοδο των ιόντων νατρίου.



Σαξιτοξίνη

Η τετροδοτοξίνη, (συντομογραφία TTX), είναι μια ισχυρή νευροτοξίνη με κανένα γνωστό αντίδοτο. Έχουν υπάρξει επιτυχημένες δοκιμές με αντίδοτο σε ποντίκια, αλλά απαιτούνται περαιτέρω δοκιμές για να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα στον άνθρωπο. Το *Fampridine* έχει αποδειχθεί ότι αναστρέφει την τοξικότητα της τετροδοτοξίνης σε πειραματόζωα. Το όνομά της προέρχεται από *Tetraodontiformes*, που σχετίζεται με διάφορα είδη που φέρουν την τοξίνη όπως το *pufferfish*, *porcupinefish*, *triggerfish*. Η τετροδοτοξίνη ανακαλύφθηκε σε αυτά τα ψάρια και σε πολλά άλλα ζώα όπως στο χταπόδι blue-ringed, στην σαλαμάνδρα rough-skinned στην πραγματικότητα παράγεται από ορισμένα συμβιωτικά βακτήρια όπως *Pseudoalteromonas tetraodonis*, από ορισμένα είδη της ψευδομονάδας και *Vibrio*, καθώς και από κάποιους άλλους μικροοργανισμούς που διαμένουν εντός αυτών των ζώων.

Ο μηχανισμός δράσης της, που είναι η επιλεκτική φραγή των διαύλων νατρίου, φάνηκε οριστικά το 1964 από τον Toshio Narahashi και τον John W. Moore στο Πανεπιστήμιο Duke, που χρησιμοποίησαν την τεχνική του Moore με σφιγκτήρα τάσης χρησιμοποιώντας σακχαρόζη. Αποκλεισμός των διαύλων Na⁺ έχει τη δυνατότητα ιατρικής χρήσης στη θεραπεία ορισμένων καρδιακών αρρυθμιών. Η τετροδοτοξίνη έχει αποδειχθεί χρήσιμη στην αντιμετώπιση του πόνου (αρχικά στην Ιαπωνία το 1930) από διάφορα προβλήματα, όπως ο καρκίνος τελικού σταδίου, οι ημικρανίες, και η απεξάρτηση από την ηρωίνη. Η τετροδοτοξίνη είναι εκατοντάδες φορές περισσότερο τοξική από το Κυάνιο (CN). Εμποδίζει την διάδοση σημάτων του νευρικού συστήματος, χωρίς να επηρεάζει την λειτουργία του εγκεφάλου, αλλά επηρεάζοντας τον τρόπο που αυτό γίνεται διαμέσου των νευρώνων.

Συγκεκριμένα, η αποστολή εντολών από τον εγκέφαλο στους μύς του σώματος δια μέσου του νευρικού συστήματος γίνεται με ηλεκτρικά σήματα.

Βασικό ρόλο σε αυτόν τον μηχανισμό παίζουν τα ιόντα καλίου (K) και νάτριου (Na). Τα ιόντα αυτά δημιουργούν ηλεκτρικούς παλμούς οι οποίοι διά μέσου των νευρώνων φθάνουν στους μυς και έτσι αυτοί κινούνται υλοποιώντας την εντολή του εγκεφάλου. Βασική λειτουργία των ιόντων είναι να μπορούν να διέρχονται από τις κυτταρικές μεμβράνες των κυττάρων του νευρώνα. Η τοξίνη δένεται με τα ιόντα νατρίου, εμποδίζοντάς τα να διέρχονται από τις κυτταρικές μεμβράνες. Επομένως καταστρέφεται η δυνατότητα αποστολής και λήψης ηλεκτρικών σημάτων από τον εγκέφαλο στους μυς άρα σταδιακά παραλύει το σώμα. Δεν υπάρχει αντίδοτο για την τετροδοτοξίνη και όποια θετική έκβαση ενός περιστατικού θεωρείται τυχαία.



Εικόνα 23, (Πηγή: el.wikipedia.org)

Επίδραση της τετροδοτοξίνης στον άνθρωπο

Η κατανάλωση του Λαγοκέφαλου μπορεί να προκαλέσει από σοβαρές δηλητηριάσεις έως τον θάνατο στον άνθρωπο, εξαιτίας παράλυσης του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος, λόγω της τοξίνης ΤΤΧ (τετροδοτοξίνη). Η ΤΤΧ, υπάρχει (κατά σειρά μεγαλύτερης συγκέντρωσης) σε ωοθήκη, ήπαρ, έντερο και δέρμα, ενώ η τοξικότητα ποικίλλει ανάλογα με το αναπαραγωγικό στάδιο που βρίσκονται τα ψάρια (η τοξικότητα είναι μεγάλη την περίοδο ωοτοκίας δηλαδή από Μάιο μέχρι Ιούλιο) και ανάλογα με το γένος (τα θηλυκά είναι τοξικότερα από τα αρσενικά).

Η τοξίνη δεν καταστρέφεται στη συνήθη θερμική επεξεργασία που υφίστανται τα ψάρια στο σπίτι γι' αυτό και παρατηρούνται κρούσματα δηλητηριάσεων μετά από κατανάλωσή τους. Για να αδρανοποιηθεί απαιτείται βρασμός τουλάχιστον τριών ωρών.

Ο λαγοκέφαλος γενικά πιστεύεται ότι είναι το δεύτερο πιο δηλητηριώδες σπονδυλωτό στον κόσμο, μετά τον χρυσό δηλητηριώδη βάτραχο. Ορισμένα εσωτερικά όργανα, όπως το ήπαρ, και μερικές φορές το δέρμα, είναι εξαιρετικά τοξικά στα περισσότερα ζώα, όταν τρώγονται. Ωστόσο, το κρέας ορισμένων ειδών θεωρείται λιχουδιά στην Ιαπωνία, στην Κορέα, και την Κίνα όπου είναι μάλιστα και ιδιαίτερα ακριβό .

Αυτό το ψάρι καταναλώνεται, αφού απομακρυνθούν τα εντόσθια και καθαριστεί το δέρμα και η τοξίνη του που αποκαλείται fugu και που χρησιμοποιείται για αυτοκτονίες ή δολοφονίες. Ακόμα όμως και εκεί, κάθε χρόνο θρηνούνται θύματα.

Σύμφωνα με τα δεδομένα ασφαλείας για την τετροδοτοξίνη, η από του στόματος μέση θανατηφόρος δόση (LD50) για τα ποντίκια είναι 0,34 mg ανά kg. Υποθέτοντας ότι η θανατηφόρος δόση για τους ανθρώπους είναι παρόμοια, τα 25 χιλιοστόγραμμα της τετροδοτοξίνης θα πρέπει να αναμένεται να σκοτώσουν έναν 75 kg άτομο. Το ποσό που απαιτείται για να επιτευχθεί μια θανατηφόρος δόση με ένεση είναι πολύ μικρότερη, 8 mg ανά kg, ή λίγο πάνω από το μισό χιλιοστόγραμμα για να σκοτώσει έναν 75 κιλών άνθρωπο.

Η διάγνωση της δηλητηρίασης από τετροδοτοξίνη βασίζεται στην παρατηρούμενη συμπτωματολογία και την λήψη προσεκτικού ιστορικού στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η διατροφή του ασθενούς με ύποπτα ψάρια, όπως ο λαγοκέφαλος.

Τα συμπτώματα συνήθως αναπτύσσονται εντός 30 λεπτών από την κατάποση, αλλά μπορεί να καθυστερήσουν έως και τέσσερις ώρες. Παισθησία των χειλιών και της γλώσσας ακολουθείται από σιελόρροια, εφίδρωση, πονοκέφαλο, αδυναμία, λήθαργο, έλλειψη συντονισμού των κινήσεων, τρόμο, παράλυση, κυάνωση, δυσφαγία, σπασμοί, δύσπνοια, βρογχόρροια, βρογχόσπασμο, αναπνευστική ανεπάρκεια, κώμα και υπόταση. Τα γαστρεντερικά συμπτώματα είναι συχνά και περιλαμβάνουν ναυτία, έμετο, διάρροια και κοιλιακό άλγος. Καρδιακές αρρυθμίες μπορεί να προηγούνται της πλήρους αναπνευστικής ανεπάρκειας και της καρδιαγγειακής κατάρρευσης.

Το πρώτο σύμπτωμα της δηλητηρίασης είναι ένα μικρό μούδιασμα των χειλιών και της γλώσσας και εμφανίζεται από 20 λεπτά έως τέσσερις ώρες μετά το φαγητό με δηλητηριώδη λαγοκέφαλο. Το επόμενο σύμπτωμα είναι παραισθησία στο πρόσωπο και στα άκρα, που μπορεί να ακολουθείται από

αίσθηση ελαφρότητας σαν να αιωρείσαι ή να επιπλέεις. Πονοκέφαλος, επιγαστρικό άλγος, ναυτία, διάρροια και/ή έμετος μπορεί να εμφανισθούν. Περιστασιακά, μπορεί να εμφανιστεί δυσκολία στο περπάτημα .

Το δεύτερο στάδιο της δηλητηρίασης είναι η παράλυση. Υπάρχει αυξανόμενη αναπνευστική δυσχέρεια. Η ομιλία επηρεάζεται, και το θύμα συνήθως παρουσιάζει δύσπνοια, κυάνωση και υπόταση. Η παράλυση αυξάνεται και εμφανίζονται σπασμοί, νοητική επιβράδυνση και καρδιακή αρρυθμία. Το θύμα, αν και εντελώς παράλυτο, μπορεί να έχει συνείδηση και σε ορισμένες περιπτώσεις να υπάρχει πλήρης διαύγεια μέχρι και λίγο πριν το θάνατο. Ο θάνατος επέρχεται συνήθως μέσα σε 4 έως 6 ώρες, με ένα γνωστό εύρος περίπου 20 λεπτών με 8 ωρών. Τα θύματα πεθαίνουν από ασφυξία καθώς παραλύουν οι μύες του διαφράγματος. Αν το θύμα επιζήσει σε 24 ώρες, τότε η ανάρρωση θα επέλθει σε αρκετές μέρες χωρίς συνήθως υπολείμματα νευρολογικού τύπου διαταραχής στο θύμα.

Η θεραπεία είναι υποστηρικτική και βασίζεται στα συμπτώματα, με την επιθετική πρώιμη αντιμετώπιση των αεραγωγών. Εάν καταποθεί, η θεραπεία μπορεί να αποτελείται από την χορήγηση ενεργού άνθρακα ώστε να δεσμευθεί η τοξίνη, και μέτρα στήριξης για να κρατηθεί ζωντανό το θύμα έως ότου η επίδραση του δηλητηρίου έχει φθαρεί. Επιπλέον πρέπει να χορηγηθούν ενδοφλέβια υγρά για την καταπολέμηση της υπότασης. Πρέπει να αποφεύγεται ο έμετος και η πλύση στομάχου γιατί υπάρχει κίνδυνος εισρόφησης της τοξίνης. Δεν υπάρχει αντίδοτο που να έχει εγκριθεί για ανθρώπινη χρήση, αλλά υπάρχει ένα μονοκλωνικό αντίσωμα που μείωσε τη θνησιμότητα σε πειράματα ποντικών.



Κατανάλωση από ανθρώπους

Fugu είναι η ιαπωνική λέξη για το pufferfish και το πιάτο που παρασκευάζεται από αυτό. Τα Fugu μπορεί να είναι θανατηφόρα δηλητηριώδη λόγω της τετροδοτοξίνης που περιέχουν στα όργανά τους, ιδιαίτερα στο ήπαρ, στις ωοθήκες και τα μάτια ενώ το δέρμα είναι συνήθως μη-δηλητηριώδες. Ως εκ τούτου, η προετοιμασία τους πριν την κατανάλωσή τους από ανθρώπους θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτική ώστε να έχει γίνει σωστή απομάκρυνση των τοξικών στοιχείων και να αποφεύγεται η μόλυνση του κρέατος. Η Tokugawa Σογκούν το 1603-1868 απαγόρευσε την κατανάλωση του fugu (όπως αποκαλείται το πιάτο με τα δηλητηριώδη ψάρια) στο Έντο και τη ζώνη επιρροής της. Στις δυτικές περιοχές της Ιαπωνίας, όπου η επιρροή της κυβέρνησης ήταν πιο αδύναμη και το fugu ήταν ευκολότερο να αποκτηθεί, διάφορες μέθοδοι μαγειρέματος αναπτύχθηκαν για να τρώνε με ασφάλεια αυτά τα ψάρια. Κατά τη διάρκεια της Εποχής Meiji (1867-1912) η κατανάλωση fugu και πάλι απαγορεύτηκε σε πολλές περιοχές της Ιαπωνίας και αποτέλεσε επίσης το μόνο τρόφιμο επισήμως που απαγορεύθηκε στον αυτοκράτορα της Ιαπωνίας, για τη δική του ασφάλεια.

Υπάρχει ένα χιουμοριστικό διήγημα, που λέει για τρεις άνδρες που ετοίμασαν στιφάδο fugu, αλλά δεν ήταν σίγουροι για το πόσο ασφαλές ήταν. Για να ελέγξουν το στιφάδο, έδωσαν λίγο σε έναν ζητιάνο. Όταν κοίταξαν τον ζητιάνο αργότερα, ήταν ακόμα υγιής, έτσι έφαγαν το στιφάδο. Στη συνέχεια συναντήθηκαν και πάλι με το ζητιάνο και ήταν ευτυχείς που είδαν ότι ήταν ακόμα υγιής, μένοντας έτσι καθησυχασμένοι. Μετά από αυτή την συνάντηση, ο ζητιάνος, ο οποίος είχε κρατήσει το στιφάδο, ήξερε ότι το βραστό ψάρι ήταν ασφαλές και θα μπορούσε να το φάει. Οι τρεις άνδρες είχαν εξαπατηθεί από το σοφό ζητιάνο.

Μετά από χρόνια που ακολούθησαν την ήττα της Ιαπωνίας στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, διάφοροι άστεγοι άνθρωποι πέθαναν από την κατανάλωση οργάνων fugu που είχαν απορριφθεί σε μη ασφαλείς κάδους απορριμμάτων. Έτσι τα εστιατόρια στην Ιαπωνία ήταν υποχρεωμένα να αποθηκεύουν τα

δηλητηριώδη εσωτερικά όργανα σε ειδικά κλειδωμένα βαρέλια που αργότερα έκαιγαν ως επικίνδυνα απόβλητα.

Σύμφωνα με το ιαπωνικό Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, μπορούν να καταναλωθούν η Torafugu ή τίγρη Blowfish (*T. rubripes*), που είναι το πιο δηλητηριώδες, τα *T. pardalis*, *T. vermicularis*, *T. porphyreus*, όλα τα είδη *Lagocephalus* και *Sphoeroides*, και το *Porcupinefish* του γένους *Diodon*.

Από το 1958, μόνο οι ειδικά εξουσιοδοτημένοι αρχιμάγειρες μπορούν να προετοιμάσουν και να πουλήσουν το fugu στο κοινό. Ο μαθητευόμενος fugu χρειάζεται δύο ή τρία χρόνια μαθητείας πριν να του επιτραπεί να λάβει μια επίσημη εξέταση. Η δοκιμασία αποτελείται από μια γραπτή δοκιμασία, ένα τεστ αναγνώρισης των ψαριών, καθώς και πρακτική δοκιμασία της προετοιμασίας fugu και στη συνέχεια το δοκιμάζει. Μόνο το 30% των αιτούντων περνάνε τη δοκιμασία. Αυτό, βέβαια, δεν σημαίνει ότι το 70% πεθαίνουν από δηλητηρίαση. Μάλλον, κάνουν ένα μικρό λάθος στη μακρά και περίπλοκη διαδικασία για την προετοιμασία του πιάτου. Λόγω αυτής της αυστηρής διαδικασίας ελέγχου, είναι γενικά ασφαλές για κατανάλωση σε φέτες το fugu που πωλείται σε εστιατόρια ή τις αγορές.

Το ψάρι είναι ιδιαίτερα τοξικό, αλλά παρά το γεγονός αυτό ή ίσως λόγω του ότι είναι τοξικό και ιντριγκάρει πολλούς θεωρείται λιχουδιά στην Ιαπωνία. Το ψάρι περιέχει τα θανατηφόρα ποσά της τετροδοτοξίνης στα εσωτερικά όργανα, ειδικά στο συκώτι και στις ωοθήκες, αλλά και στο δέρμα και τους όρχεις.

Κάθε ψάρι έχει αρκετό δηλητήριο για να σκοτώσει περίπου 30 ενήλικους ανθρώπους. Η κατανάλωση του ήπατος και των ωοθηκών είναι απαγορευμένη. Αλλά επειδή οι μικρές ποσότητες του δηλητηρίου που εμπεριέχονται στους μυς και στο αίμα δίνουν μια πρόσθετη επιθυμητή αίσθηση στη γλώσσα, αυτά τα μέρη θεωρούνται τα πιο νόστιμα από κάποιους καλοφαγάδες. Κάθε χρόνο ένας αριθμός ανθρώπων πεθαίνουν επειδή υποτιμούν το ποσό δηλητηρίου στα μέρη των ψαριών που καταναλώνονται.

Ένα πιάτο fugu μπορεί να κοστίζει εύκολα ¥ 5,000 (περίπου \$ 50), αλλά μπορεί να βρεθεί για μόλις με ¥ 2000 γιεν (περίπου \$ 20), και ένα πλήρες γεύμα βέβαια fugu μπορεί να κοστίζει μεταξύ 10.000 και ¥ 20,000 (περίπου 100 - \$ 200) ή περισσότερο. Το ψάρι κόβεται σε φέτες πολύ προσεκτικά για να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα κρέατος χωρίς το δηλητήριο. Υπάρχει ειδικό μαχαίρι που ονομάζεται hiki fugu και χρησιμοποιείται

παραδοσιακά για να τεμαχίσει το fugu που συνήθως αποθηκεύεται προσεκτικά σε ξεχωριστή θέση από τα άλλα μαχαίρια.

Το 1958, το πρώτο έτος που για την προετοιμασία του fugu απαιτήθηκε ειδική άδεια στην Ιαπωνία, 176 άνθρωποι πέθαναν από δηλητηρίαση fugu. Σύμφωνα με το Fugu Ινστιτούτο Έρευνας, το 50% των θυμάτων είχαν δηλητηριαστεί από την κατανάλωση του ήπατος, 43% από την κατανάλωση τις ωοθήκες και 7% από την κατανάλωση του δέρματος. Ένα από τα πιο διάσημα θύματα ήταν και ο ηθοποιός Καμπούκι και ο Bando Mitsugorō VIII, ο οποίος ζήτησε από τέσσερις μερίδες του ήπατος fugu και πέθανε μετά το φαγητό το 1975. Ο σεφ του fugu εστιατορίου ισχυρίστηκε ότι δεν θα μπορούσε να αρνηθεί το αίτημα από έναν τόσο διάσημο καλλιτέχνη. Στη συνέχεια, ο σεφ έχασε την άδειά του για παραβίαση του νόμου.

Επιστήμονες στο Πανεπιστήμιο του Ναγκασάκι φέρεται να έχουν καταφέρει την αναπαραγωγή ενός μη τοξικού puffer fish περιορίζοντας τη διατροφή των ψαριών. Με πάνω από 4800 εκτρεφόμενα ψάρια να είναι μη τοξικά, είναι σχεδόν βέβαιο ότι η διατροφή των ψαριών και η διαδικασία στο πεπτικό σύστημα είναι αυτό που πραγματικά παράγει τις παραλυτικού τύπου τοξίνες που τα καθιστούν θανάσιμα. Η μη-τοξική έκδοση λέγεται ότι έχει την ίδια γεύση, αλλά είναι απολύτως ασφαλής για κατανάλωση. (Mongi Saoudi, Mahfoud Messarah, Amel Boumendjel, Abdelwaheb Abdelmouleh, Wassim Kammoun, Kamel Jamoussi and Abdelfattah El Feki)



Εικόνα 24, (Πηγή:<http://alachef.gr/pufferfish-tokyo>)

Λύσεις προβλημάτων που προκύπτουν από το *Lagocephalus sceleratus*

Εμπορία

Μιας και η εξάπλωση του είδους αποτελεί πλέον ραγδαίο φαινόμενο, ο περιορισμός της εξάπλωσης φαντάζει πια ουτοπικός. Μια πιθανή λύση θα ήταν η εξαγωγή του είδους σε χώρες της Ανατολής όπως στην Ιαπωνία, στην Κίνα και στην Κορέα όπου αποτελεί είδος μεγάλης εμπορικής αξίας. Τέτοιου είδους λύση θα μετέτρεπε το μειονέκτημα σε πλεονέκτημα.

Η υψηλή τιμή του είδους στις αγορές της Ανατολής, σε συνδυασμό με τη σχετικά μεγάλη παραγωγή, θα μπορούσαν να συμβάλουν σημαντικά στο εισόδημα των αλιέων αλλά και των εταιριών εμπορίας των ψαριών αυτών. Παράλληλα θα μείωναν τις αρνητικές επιπτώσεις που έχει η παρουσία του λαγοκέφαλου, τόσο στο οικοσύστημα όσο και στους ίδιους τους αλιείς. Για κάτι τέτοιο βέβαια θα ήταν απαραίτητη η οργάνωση ενός μηχανισμού διαλογής, διατήρησης και συσκευασίας των αλιευμάτων, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι υψηλές απαιτήσεις των αγορών, για τις οποίες προορίζονται. Σύμφωνα με τις αρμόδιες αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιτρέπεται η εμπορία, εφόσον υπάρχει διμερής συμφωνία σε επίπεδων χωρών.

Αλιευτική πίεση στον πληθυσμό

Παρόλο που ο έλεγχος του πληθυσμού οποιουδήποτε είδους είναι εξαιρετικά δύσκολος, ιδιαίτερα στο θαλάσσιο περιβάλλον, μια λύση στα προβλήματα που δημιουργεί ο λαγοκέφαλος, θα μπορούσε να είναι η διαρκής και στοχευμένη αλιευτική πίεση στους πληθυσμούς του. Σε καμία περίπτωση η λύση αυτή δεν μπορεί να είναι μόνιμη, αλλά θα περιορίσει σε ένα βαθμό τα προβλήματα που προκαλεί η έξαρση του πληθυσμού του είδους.

Μια τέτοια αλιευτική πίεση θα ήταν αποτελεσματική στις περιοχές και τις εποχές μεγάλων συγκεντρώσεων του *Lagocephalus sceleratus*. Η μέθοδος αυτή θα ήταν αρκετά αποτελεσματική, αν γινόταν προσπάθεια σύλληψης των μεγάλων ατόμων του είδους τους μήνες Μάιο και Ιούνιο (στις αρχές του μήνα) πριν προλάβουν να ξεκινήσουν την αναπαραγωγική περίοδο.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει αντιληπτό από τους αλιείς ότι ο λαγοκέφαλος, όπως και άλλα είδη που εισχώρησαν στην Μεσόγειο Θάλασσα από τη διώρυγα του Σουέζ, έχει πλέον εγκατασταθεί στα νερά μας και πρέπει να θεωρείται μέρος της θαλάσσιας πανίδας, με ό,τι κι αν αυτό συνεπάγεται.

Η καλύτερη λύση σε τέτοιου είδους προβλήματα, είναι συνήθως η προσαρμογή στα νέα δεδομένα, η οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση μεταφράζεται σε προσαρμογή της αλιευτικής προσπάθειας (π.χ. ώρες αλιείας, εποχές, βάθη, εργαλεία) με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι δυσμενείς συνέπειες που προκαλεί ο λαγοκέφαλος στη αλιεία.



Εικόνα 25, (Πηγή: www.earthform.org)

Abstract

The purpose of this report is the biology, the ecology and the geographical spread of *Lagocephalus sceleratus*. The study of this species has provoked the interest not only to scientists but also to common people due to the poisonous toxin (tetrodotoxin) which has become aware of the intestines and causes respiratory and bloodstream disorders resulting in total paralysis and eventually

to death. The specific species breeds in warm waters in June and July and for this reason we find *Lagocephalus sceleratus* in Greece too.

Consequently, that belongs to also, it is worth and interesting mention the breed period, in which the females show signs of increased toxicity in the gonads.

Until now, the most recent reports mention that the fishing of the poisonous fish is been achieved with fishnets, seines and some other fishing technics.

Though, in some regions, some species are feeded with *L. sceleratus* without side effects, such as tone, bluefish and species of meagre.

Despite all these harmful effects of the species in the Mediterranean, those could be transformed to beneficial instead of harmful effects by using the fish for commerce to the West countries as in such places the fish is considered of significant commercial value.

References

Κατσέλης Γεώργιος (2004). Σημειώσεις με τίτλο «Ιχθυολογία Ι&ΙΙ». Εκδόσεις ΤΕΙ Μεσολογγίου.

Κριμπένη Αικατερίνη (2006). Σημειώσεις με τίτλο «Στοιχεία βιολογίας θαλάσσιων οργανισμών». Εκδόσεις ΤΕΙ Μεσολογγίου.

Akyol O, Unal V, Ceyhan T & Bilecenoglu M (2005). First confirmed record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 66: 1183-1186.

Ali AE, Sherif NHS, Abbas MM & Mohamed AS (1995). Toxicity of pufferfish *Arthron stellatus* and *A. hispidus* in the North-Western part of the Red Sea. *J. Egypt. Ger. Soc. Zool.*, 17: 79-91.

Allen & Swainston 1988 - [ref. 25477] - The marine fishes of north-western Australia. A field guide for anglers and divers. *Page: 156*

Allen 1997 - [ref. 23977] - Marine fishes of tropical Australia and south-east Asia. Western Australian Museum, Perth. *Page: 248*

Anderson WH (1988). "Tetrodotoxin and the zombie phenomenon". *Journal of Ethnopharmacology* 23 (1): 121–6. doi:10.1016/0378-8741(88)90122-5. PMID 3419200.

Aquatic Invasions (2007) Volume 2, Issue 1: 71-73, Panagiotis Kasapidis, Panagiota Peristeraki², Georgios Tserpes² and Antonios Magoulas¹ *Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O.Box 2214, 71003 Heraklion, Greece*

Arreola, V.I., and M.W. Westneat. 1996. Mechanics of propulsion by multiple fins: kinematics of aquatic locomotion in the burrfish (*Chilomycterus schoepfi*). *Proceedings of the Royal Society of London B* 263: 1689–1696.

Baranes & Golani 1993 - [ref. 22372] - An annotated list of deep-sea fishes collected in the northern Red Sea, Gulf of Aqaba. *Page*: 312

Baranes A & Golani, D (1993). An annotated list of deep-sea fishes collected in the northern Red Sea, Gulf of Aqaba. *Israel Journal of Zoology*, 39: 299–336.

Baselt R, (2008) *Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man*, 8th edition, Biomedical Publications, Foster City, CA, pp. 1521–1522.

Bethoux JP, Gentili B, Raunet J & Tailliez D (1990). Warming trend in the western Mediterranean deep-water. *Nature*, 6294:660–662.

Bilecenoglu M, Kaya M & Akalin S. (2006). Range expansion of silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), to the northern Aegean Sea. *Aquatic Invasions*, 1:289-291.

Bradley, S. G., and L. J. Klika. 1981. A fatal poisoning from the Oregon rough-skinned newt (*Taricha granulosa*). *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 246:247.

Carpenter et al. 1997 - [ref. 23922] - FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. FAO Rome. *Page*: 240

Carroll, S.; McEvoy, E.G.; Gibson, R. (2003). "The production of tetrodotoxin-like substances by nemertean worms in conjunction with bacteria". *Journal of experimental marine biology and ecology* 288 (1): 51–63. doi:10.1016/S0022-0981(02)00595-6.

Chau R, Kalaitzis JA, Neilan BA (2011). "On the origins and biosynthesis of tetrodotoxin". *Aquatic Toxicology* 104 (1–2): 61–72. doi:10.1016/j.aquatox.2011.04.001. PMID 21543051.

Clark RF, Williams SR, Nordt SP & Manoguerra AS (1999). A review of selected seafood poisonings. *Undersea Hyperb Med*, 26 (3): 175–84.

Clark RF, Williams SR, Nordt SP, Manoguerra AS (1999). "A review of selected seafood poisonings". *Undersea Hyperb Med* 26 (3): 175–84. PMID 10485519. <http://archive.rubicon-foundation.org/2314>. Retrieved 2008-08-12. *Comment*: with author as Forster

Corsini M, Margies P, Kondilatos G & Economidis PS (2005). Lessepsian migration of fishes to the Aegean Sea: First record of *Tylerius spinosissimus* (Tetraodontidae) from the Mediterranean, and six more fish records from Rhodes. *Cybium*, 29(4): 347–354.

Corsini M, Margies P, Kondilatos G & Economidis PS (2006). Three new exotic fish records from the SE Aegean Greek waters. *Scientia Marina*, 70: 319-323. DFMR, 2006. *Toxic Fish*. Technical Report 427/2006, Department of Fisheries and Marine Research, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia, Cyprus.

Diaz Almela E, Marba N & Duarte C (2007). Consequences of Mediterranean warming events in seagrass (*Posidonia oceanica*) flowering records. *Glob Change Biol*, 13: 224–235.

Dor 1984 - [ref. 17376] - CLOFRES. Checklist of the fishes of the Red Sea. Israel Academy of Sciences and Humanities. *Page*: 286

Dor M (1984). CLOFRES – Checklist of the Fishes of the Red Sea. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities.

Douglass Taber (2005-05-02). "Synthesis of (-)-Tetrodotoxin". *Organic Chemistry Portal*. organic-chemistry.org.

Ebert, Klaus (2001): *The Puffers of Fresh and Brackish Water*, Aqualog, ISBN 3-931702-60-X.

Field J (1998). Puffer fish poisoning. *Journal of Accident and Emergency Medicine*, 15:334–336.

Fricke 1999 - [ref. 24106] - Fishes of the Mascarene Islands (Réunion, Mauritius, Rodriguez). An annotated checklist with descriptions of new species. Koeltz Scientific Books. *Page*: 611

Gibson, Eloise (15 August 2009). "Puffer fish toxin blamed for deaths of two dogs". *The New Zealand Herald*. Retrieved 19 November 2011.

Golani, 2002; Corsini *et al.*, 2005, Kasapidis *et al.*, 2007

Gomon *et al.* 1994 - [ref. 22532] - (Eds.) The fishes of Australia's south coast. Flora and Fauna of South Australia Handbooks Committee. State Printer, Adelaide. *Page*: 907

Gordon, M.S., Plaut, I., and D. Kim. 1996. How puffers (Teleostei: Tetraodontidae) swim. *Journal of Fish Biology* 49: 319–328.

Goren & Dor 1994 - [ref. 25356] - An updated checklist of the fishes of the Red Sea. CLOFRES II. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. *Page*: 75

Hagen NA, du Souich P, Lapointe B, Ong-Lam M, Dubuc B, Walde D, Love R, Ngoc AH on behalf of the Canadian Tetrodotoxin Study Group (2008). "Tetrodotoxin for Moderate to Severe Cancer Pain: A Randomized, Double Blind, Parallel Design Multicenter Study". *J Pain Symptom Manage* 35 (4): 420–9. doi:10.1016/j.jpainsymman.2007.05.011. PMID 18243639.

HHS and USDA Select Agents and Toxins 7 CFR Part 331, 9 CFR Part 121, and 42 CFR Part 73.

Hines, Terence "Zombies and Tetrodotoxin" *Skeptical Inquirer*, May/June 2008 Volume 32, Issue 3; pp. 60–62.

Hinman A, Du Bois J (2003). "A Stereoselective Synthesis of (-)-Tetrodotoxin". *J. Am. Chem. Soc* 125 (38): 11510–11511. doi:10.1021/ja0368305. PMID 13129349.

Hogan CM (2008-12-02). "Rough-Skinned Newt *Taricha granulosa*". GlobalTwitcher.com.

Hutchins 2001 - [ref. 25847] - Checklist of the fishes of Western Australia. *Page:* 48

Hwang DF, Arakawa O, Saito T, Noguchi T, Simidu U, Tsukamoto K, Shida Y, Hashimoto K (1988). "Tetrodotoxin-producing bacteria from the blue-ringed octopus *Octopus maculosus*". *Marine Biology* 100 (3): 327–332. doi:10.1007/BF00391147.

Hwang DF, Noguchi T (2007). "Tetrodotoxin poisoning". *Adv. Food Nutr. Res.* *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 141–236. doi:10.1016/S1043-4526(06)52004-2. ISBN 9780123737113. PMID 17425946.

Hwang DF, Tai KP, Chueh CH, Lin LC, Jeng SS (1991). "Tetrodotoxin and derivatives in several species of the gastropod Naticidae". *Toxicon* 29 (8): 1019–24. doi:10.1016/0041-0101(91)90084-5. PMID 1949060.

Johnson 1999 - [ref. 25471] - Annotated checklist of the fishes of Moreton Bay, Queensland, Australia. *Page:* 755

Kanoh *et al.*, 1984; Kanoh, 1989; Fuchi *et al.*, 1988; Ali *et al.*, 1995; Kotb, 1998; Galil, 2007

Kishi Y, Aratani M, Fukuyama T, Nakatsubo F, Goto T, Inoue S, Tanino H, Sugiura S, Kakoi H (December 1972). "Synthetic studies on tetrodotoxin and related compounds. 3. A stereospecific synthesis of an equivalent of acetylated tetrodamine". *J. Am. Chem. Soc* 94 (26): 9217–9. doi:10.1021/ja00781a038. PMID 4642370

Kishi Y, Fukuyama T, Aratani M, Nakatsubo F, Goto T, Inoue S, Tanino H, Sugiura S, Kakoi H (1972). "Synthetic studies on tetrodotoxin and related compounds. IV. Stereospecific total syntheses of DL-tetrodotoxin". *J. Am. Chem. Soc* 94 (26): 9219–9221. doi:10.1021/ja00781a039. PMID 4642371.

Krishnan & Mishra 1994 - [ref. 24014] - On a collection of fish from middle and south Andaman Group of islands. *Page: 302*

Kuiter 1997 - [ref. 25488] - Guide to sea fishes of Australia. A comprehensive reference for divers and fishermen. *Page: 416*

Kyushin et al. 1982 - [ref. 19754] - Fishes of the South China Sea. Japan Marine Fishery Resource Research Center. *Page: 302*

Laboute & Grandperrin 2000 - [ref. 25191] - Poissons de Nouvelle-Calédonie. *Page: 468*

Lindberg et al. 1997 - [ref. 23547] - Fishes of the Sea of Japan and the adjacent parts of the Sea of Okhotsk and Yellow Sea. Part 7. Teleostomi. Actinopterygii. Osteichthyes. XXXII. Dactylopteriformes -- XXXVII. Pegasiformes. (CCII. Fam Dactylopteridae -- CCXIX. Fam. Pegasidae). *Page: 155*

Manilo & Bogorodsky 2003 - [ref. 27377] - Taxonomic composition, diversity and distribution of coastal fishes of the Arabian Sea. *Page: S124*

Matsuura 2001 - [ref. 26317] - Families Ostraciidae, Aracanidae, Triodontidae, Tetraodontidae. In: Carpenter & Niem 2001 [ref. 26276]. *Page: 3957*

Matsuura in Masuda et al. 1984 - [ref. 6441] - The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press. *Page: 364*

Matsuura in Okamura et al. 1985 - [ref. 8056] - Fishes of the Okinawa Trough and the adjacent waters. Vol. 2. The intensive research of unexploited fishery

resources on continental slopes. Japan Fisheries Resource Conservation Association, Tokyo. *Page: 639, 749*

Matsuura in Randall & Lim 2000 - [ref. 25122] - A checklist of the fishes of the South China Sea. *Page: 648*

McNabb, P.; Mackenzie, L.; Selwood, A.; Rhodes, L.; Taylor, D.; Cornelison, C. (2009). *Review of tetrodotoxins in the sea slug Pleurobranchaea maculata and coincidence of dog deaths along Auckland beaches*. Prepared by Cawthron Institute for the Auckland Regional Council. Auckland Regional Council Technical Report 2009/ 108.

Mishra & Krishnan 2003 - [ref. 27712] - Marine fishes of Pondichery and Karaikal. *Page: 51*

Mohsin & Ambak 1996 - [ref. 27969] - Marine fishes and fisheries of Malaysia and neighbouring countries. *Page: 625*

Nakabo 2000 - [ref. 25182] - (Ed.) Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Second edition. Tokai University Press. *Page: 1430*

Nakabo 2002 - [ref. 26193] - (Ed.) Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai University Press. *Page: 1430*

New York Times, "Whatever Doesn't Kill Some Animals Can Make Them Deadly"

Nishikawa T, Urabe D, Isobe M (2004). "An Efficient Total Synthesis of Optically Active Tetrodotoxin". *Angewandte Chemie International Edition* 43 (36): 4782–4785. doi:10.1002/anie.200460293. PMID 15366086.

Noguchi, T.; Hwang, D.F.; Arakawa, O.; Sugita, H.; Deguchi, Y.; Shida, Y.; Hashimoto, K. (1987). "Vibrio alginolyticus, a tetrodotoxin-producing bacterium, in the intestines of the fish *Fugu vermicularis vermicularis*". *Marine Biology* 94 (4): 625–630doi:10.1007/BF00431409.

Ohyabu N, Nishikawa T, Isobe M (2003). "First Asymmetric Total Synthesis of Tetrodotoxin". *J. Am. Chem. Soc* 125 (29): 8798–8805. doi:10.1021/ja0342998. PMID 12862474.

Plaut, I. and T. Chen. 2003. How small puffers (Teleostei: Tetraodontidae) swim. *Ichthyological Research*

Randall 1995 - [ref. 22896] - Coastal fishes of Oman. Crawford House Publishing Pty Ltd, Bathurst, Australia. *Page: 404*

Randall 2005 - [ref. 28239] - Reef and shore fishes of the South Pacific. New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands. *Page: 647*

Randall et al. 2004 - [ref. 27624] - Checklist of the shore and epipelagic fishes of Tonga. *Page: 32*

Rivera, V. R. Poli, M. A. Bignami, G. S. (September 1995). "Prophylaxis and treatment with a monoclonal antibody of tetrodotoxin poisoning in mice". *Toxicon* 33 (9): 1231–1237. doi:10.1016/0041-0101(95)00060-Y. PMID 8585093.

Smith & Heemstra 1986 - [ref. 5714] - Family No. 31: Hexatrygonidae (pp. 142-143), Family No. 204: Pomacanthidae (pp. 623-626), Family No. 263: Balistidae (pp. 876-882), Family No. 268: Tetraodontidae (pp. 894-903). In: *Smiths' Sea Fishes* (Smith & Heemstra 1986 [ref. 5715]). *Page: 901*

Stimmel, Barry (2002). "12: Heroin Addiction". *Alcoholism, drug addiction, and the road to recovery: life on the edge*. New York: Haworth Medical Press. ISBN 0-7890-0553-0. ""Tetrodotoxin blocks the sodium currents and is believed to have potential as a potent analgesic and as an effective agent in detoxification from heroin addiction without withdrawal symptoms and without producing physical dependence""

Thuesen EV Kogure K (1989). "Bacterial production of tetrodotoxin in four species of Chaetognatha". *Biological Bulletin* 176 (2): 191–194. doi:10.2307/1541587. JSTOR 1541587.

Toxicity, Tetrodotoxin -Theodore I Benzer, MD, PhD

U.S. National Library of Medicine: Hazardous Substances Databank – Tetrodotoxin

Victor R. Rivera, Mark A. Poli, Gary S. Bignami, Prophylaxis and treatment with a monoclonal antibody of tetrodotoxin poisoning in mice, *Toxicon*, Volume 33, Issue 9, September 1995, Pages 1231-1237, ISSN 0041-0101, 10.1016/0041-0101(95)00060-Y.

Youn 2002 - [ref. 26218] - Fishes of Korea, with pictorial key and systematic list. *Page*: 453, 697

Ιστοσελίδες

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022098102005956>.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004101019500060Y>

<http://www.cdc.gov/od/sap/docs/salist.pdf>

<http://www.nzherald.co.nz/auckland->

[region/news/article.cfm?l_id=117&objectid=10590940](http://www.nzherald.co.nz/auckland-region/news/article.cfm?l_id=117&objectid=10590940)

el.wikipedia.org

www.istanbul.com

filiatranews.blogspot.com)

www.discoverlife.org

<http://natureontheedgenyc.blogspot.gr/>

www.cretegazette.com

www.besgroup.org

www.tunisienumerique.com

www.bakterim.net

<http://alacheff.gr/pufferfish-tokyo>

www.earthform.org

www.hellenica.de