

**ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ Η ΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΩΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ
ΑΥΞΗΣΗ ΕΝΟΣ ΚΟΣΜΟΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΨΑΡΙΟΥ;**

**Τσουμάνη Μαρία, Ρωμάν Λιάσκο, Παρασκευή Μουτσάκη, Ιφιγένεια Κάγκαλου
και Ιωάννης Λεονάρδος**

Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα - Τηλ: 265197313, Fax: 265197061,
Email: ileonard@cc.uoi.gr (Ι. Λεονάρδος)

ABSTRACT

The length-weight relationships were estimate for the Cyprinid fish *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in relation to the trophic state of 11 lakes in Greece. *Carassius gibelio* is an allogynogenetic fish species, which was introduced in Greek lakes during the late 70s. The values of the exponent b of the length-weight relationships, ranged from 2.33 to 3.38. The b values varied depend on the lake, with higher values in oligotrophics or mesotrophics and the lower values in eutrophics. In order to study the influence of the trophic state of each lake on the growth parameters of the fish, the mean annual PO_4 -P concentrations were logarithmic and correlated with the slope of the fork length-total weight equation and it was linear $b = 3.986 - 0.422 \ln(PO_4-P)$.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχέση μήκους-βάρους του *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) περιγράφεται σε 11 λίμνες της Ελλάδος. Το *Carassius gibelio* είναι ένα αλλογονογενετικό είδος, το οποίο εισήχθη στις λίμνες της Ελλάδος κατά τα τέλη της δεκαετίας του '70. Οι τιμές της παραμέτρου b από τις σχέσεις μήκους-βάρους κυμαίνονται από 2.33 έως 3.38 και βρέθηκε ότι διέφεραν ανάλογα με την τροφική κατάσταση της λίμνης: οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται στις oligότροφες ή τις mesότροφες και οι χαμηλότερες στις εύτροφες. Για να μελετηθεί η επίδραση της τροφικής κατάστασης της λίμνης στην αύξηση των ψαριών, η μέση τιμή της ετήσιας συγκέντρωσης των PO_4 -P κάθε λίμνης συσχετίστηκε με τη τιμή b της εξίσωσης μεσοουραίου μήκους-ολικού βάρους και βρέθηκε ότι αντιπροσωπεύονταν από τη σχέση : $b = 3.986 - 0.422 \ln(PO_4-P)$.

Keywords: *Carassius gibelio*, phosphorus, Greek lakes, trophic state

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατά βάρος αύξηση έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης σε μεγάλο αριθμό ερευνών, σχετικών με τη βιολογία των ψαριών. Ειδικότερα η σχέση μήκους - βάρους έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για: 1) Τον υπολογισμό του βάρους όταν είναι γνωστό μόνο το μήκος, ιδιαίτερα μετά από μελέτες στο πεδίο. 2) Την μεταβολή της αύξησης του μήκους σε συνάρτηση με την αύξηση του βάρους για την χρήση τους σε υπολογισμό των πληθυσμιακών μοντέλων. 3) Τον υπολογισμό της βιομάζας από τη μελέτη του μήκους. 4) Τον υπολογισμό του συντελεστή ευρωστίας των ψαριών (WOOTTON 1990). Επίσης η σχέση μήκους-βάρους είναι χρήσιμη για συγκρίσεις μεταξύ περιοχών στις οποίες απαντάται ένα συγκεκριμένο είδος (WEATHERLEY & GILL 1987).

Το *Carassius gibelio* (πεταλούδα, αγριοκυπρίνος) είναι γνωστό σαν ένας από τους πλέον απειλητικούς οργανισμούς για ενδημικά είδη ψαριών (CRIVELLI 1995; KALOUS et al. 2004). Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του πληθυσμού του *Carassius gibelio* είναι η κυριαρχία των τριπλοειδών γυνογενετικών θηλυκών με αριθμό χρωμοσωμάτων γύρω στα 150 και των διπλοειδών θηλυκών και αρσενικών με 100 περίπου χρωμοσώματα τα οποία αναπαράγονται μάλλον φυλετικά (Tsoumani et al., 2005). Στην Ελλάδα, τη νοτιότερη περιοχή των Βαλκανίων, η πεταλούδα έχει μελετηθεί ελάχιστα και υπάρχουν λίγες βιολογικές πληροφορίες για το είδος. Επίσης στην διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν ελάχιστες πληροφορίες σχετικά με τον ρυθμό αύξησης των ψαριών σε οικοσυστήματα διαφορετικής τροφικής κατάστασης.

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να περιγράψει τις σχέσεις μήκους-βάρους για το *Carassius gibelio* σε έντεκα λίμνες της Ελλάδος, και να γίνει μια σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών βιοτόπων. Οι συγκρίσεις μερικών βιολογικών παραμέτρων του ψαριού αυτού, σε διαφορετικά οικοσυστήματα μας δίνει την δυνατότητα να ελέγξουμε την άποψη αν το τροφικό επίπεδο

του ενδαιτημάτος επιδρά στην αύξηση των ψαριών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Συλλέχθηκαν 1308 άτομα του είδους *Carassius gibelio* από 11 διαφορετικές λίμνες της Ελλάδας. Τα δείγματα συλλέχθηκαν το χειμώνα του 2004 με τη βοήθεια επαγγελματιών ψαράδων της κάθε περιοχής, ως αλιευτικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε μανωμένο δίχτυ. Μετά τη συλλογή τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πάγο και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο. Μετρήθηκαν το μεσοουραίο μήκος (FL), με ακρίβεια 0,1 mm, το ολικό βάρος (W) με ακρίβεια 0,1 gr. Το φύλο προσδιορίστηκε από την εξέταση των γονάδων, όλα τα άτομα ήταν γενετικά ώριμα και πριν την περίοδο αναπαραγωγής.

Τα μήκη και βάρη λογαριθμήθηκαν και στη συνέχεια με την παλινδρόμηση των ελάχιστων τετραγώνων προσδιορίστηκε η γραμμική σχέση τους χρησιμοποιώντας σαν ανεξάρτητη μεταβλητή το βάρος. Με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση της τροφικής κατάστασης κάθε λίμνης στις παραμέτρους της αύξησης των ψαριών, χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης ευτροφισμού η μέση τιμή της ετήσιας συγκέντρωσης των $PO_4\text{-P}$ κάθε λίμνης η οποία συσχετίστηκε με την κλίση της εξίσωσης του μεσοουραίου μήκους-ολικού βάρους.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι σχέσεις μήκους-βάρους του *C. gibelio* από τις 11 λίμνες περιλαμβάνονται στον Πίνακα I. Το μέγεθος του δείγματος κυμαίνεται από 10 άτομα στην Τριχωνίδα έως 507 στην Παμβώτιδα. Το μεσοουραίο μήκος κυμαίνεται από 14,5cm έως 37,7cm. Στα δείγματα δεν περιλαμβάνονται ιχθύδια ή μικρού μεγέθους άτομα σε καμία από τις μελετώμενες λίμνες. Η ηλικία των ατόμων των δειγμάτων κυμαίνονταν από 2-5 έτη. Οι τιμές του R^2 κυμαίνονταν από 0.72 για την Κορώνεια, έως 0.97 για τη Παμβώτιδα και την Καστοριά, όλες οι παλινδρομήσεις ήταν στατιστικά σημαντικές ($P < 0.001$).

Πίνακας I. Παράμετροι που υπολογίστηκαν από τις σχέσεις μήκους-βάρους για το *Carassius gibelio* από 11 διαφορετικές λίμνες

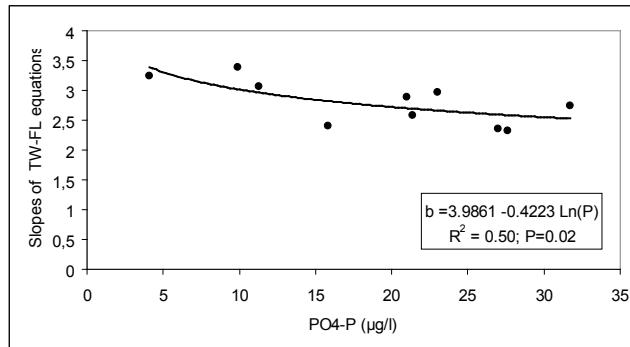
Λίμνη	Φύλο	N	Μήκος		Παράμετροι των σχέσεων μήκους-βάρους			R ²
			min	max	a	b	95% c.i. του b	
Λυσιμαχεία	Θηλυκά	267	24.0	29.9	0.066	2.58	2.20-2.96	0.80
Παμβώτιδα	Θηλυκά	494	19.0	34.9	0.019	3.06	2.97-3.14	0.94
Παμβώτιδα	Αρσενικά	13	14.5	28.0	0.044	2.78	2.45-3.10	0.97
Χειμαδίτιδα	Θηλυκά	205	20	32.9	0.060	2.74	2.60-2.88	0.88
Κερκίνη	Θηλυκά	51	25.2	29.9	0.049	2.72	2.40-3.05	0.85
Βόλβη	Θηλυκά	50	21.5	34.0	0.021	2.96	2.74-3.18	0.94
Καστοριά	Θηλυκά	50	15.3	33.3	0.026	2.89	2.73-3.04	0.97
Βεγορίτιδα	Θηλυκά	49	16.2	33.2	0.009	3.25	3.06-3.44	0.96
Τριχωνίδα	Θηλυκά	10	27.8	37.7	0.004	3.38	2.81-3.96	0.95
Μικ. Πρέσπα	Θηλυκά	17	30.9	35.2	0.224	2.33	1.54-3.11	0.73
Δοιράνη	Θηλυκά	51	17.3	23.7	0.103	2.40	2.07-2.72	0.82
Κορώνεια	Θηλυκά	50	18.3	23.4	0.140	2.36	1.94-2.78	0.72

Οι υπολογιζόμενες τιμές της παραμέτρου b κυμάνθηκαν από 2.33 έως 3.38 (Πιν. I). Χαμηλές τιμές παρουσιάζονται στην Κορώνεια (2.36), Μικρή Πρέσπα (2.33), Δοιράνη (2.40) και Λυσιμαχεία (2.58). Οι παραπάνω λίμνες είναι μικρές, ρηχές (μέγιστο βάθος 6-10), ευτροφικές, δέχονται εισροές από καλλιεργήσιμες εκτάσεις που συχνά προκαλούν έλλειψη οξυγόνου με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται συχνά φαινόμενα μαζικών θανάτων των ψαριών. Σύμφωνα με τον RICKER (1975), οι τιμές της παραμέτρου b εκτός του εύρους 2.5-3.5 θεωρούνται γενικά να είναι εσφαλμένες. Σχετικά υψηλότερες τιμές της παραμέτρου b (2.72 έως 3.06) βρέθηκαν στις λίμνες Παμβώτιδα, Χειμαδίτιδα, Κερκίνη, Βόλβη και Καστοριά. Αυτές οι λίμνες είναι ευτροφικές, σχετικά ρηχές και εισέρχονται σε αυτές γεωργικά απόβλητα και αστικά λύματα (Παμβώτιδα και Καστοριά). Τα φαινόμενα μαζικών θανάτων των ψαριών όμως είναι σπάνια. Οι υψηλότερες τιμές της παραμέτρου b βρέθηκαν στις λίμνες Βεγορίτιδα και Τριχωνίδα (3.25 και 3.28 αντιστοίχως). Αυτές οι λίμνες είναι βαθιές (75 m και 58 m αντιστοίχως), σχετικά μεγάλες (43

km² και 97 km² αντιστοίχως), με υψηλές τιμές χρόνου ανανέωσης (9.4 και 9.5 φορές το χρόνο αντιστοίχως).

Οι μέσες ετήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του PO₄-P (SKOULIKIDIS et al. 1998; ZACHARIAS et al. 2002) συσχετίστηκαν με τις τιμές των κλίσεων των εξισώσεων του ολικού βάρους-μεσοουραίου μήκους. Βρέθηκε ότι η λογαριθμημένη εξίσωση περιέγραφε καλύτερα τη σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων: $b=3.986-0.422\ln(\text{PO}_4\text{-P})$, ($R^2=0.50$, $P=0.02$). Καθώς οι συγκεντρώσεις των PO₄-P είναι ενδεικτικές της τροφικής κατάστασης των λιμνών (OECD, 1982), φαίνεται ότι οι τιμές της παραμέτρου b μειώνονται όσο αυξάνει η τροφική κατάσταση της λίμνης (Εικ. I).

Κατά την διάρκεια της μελέτης έγινε μια προσπάθεια να υπολογιστούν οι περισσότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση εστιάζοντας στην επίδραση της τροφικής κατάστασης. Βρέθηκε ότι τα ψάρια μεγαλώνουν πολύ καλά σε μεσότροφες ή ολιγότροφες λίμνες ενώ παρουσιάστηκε αρνητική επίδραση στις εύτροφες και υπερέτροφες, μικρές και ρηχές λίμνες. Οι



Εικόνα 1. Συσχέτιση μεταξύ των κλίσεων των εξισώσεων μήκους-βάρους του *Carassius gibelio* με την μέση ετήσια τιμή των συγκεντρώσεων των PO4-P (μg/l) των λιμνών

JEPPESEN et al. (2000) χρησιμοποιώντας στοιχεία από 71 λίμνες της Δανίας διαφορετικών συγκεντρώσεων φωσφόρου, επίσης έδειξαν ότι το βάρος των κυπρινοειδών μειώνεται σημαντικά με την αύξηση του τροφικού επιπέδου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CRIVELLI, A.J., 1995. Are fish introductions a threat to endemic fresh-water fishes in the northern Mediterranean region? *Biol. Conserv.*, 72: 311-319.
- JEPPESEN E., JENSEN J., SONDERGAARD M., LAURIDSEN T., LANDKILDEHUS F., 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biol.*, 45: 201-218.
- KALOUS, L., MEMIS, D., BOHLEN, J., 2004. Finding of triploid *Carassius gibelio* (Bloch, 1780) (Cypriniformes, Cyprinidae), in Turkey. *Cybiuim*, 28 (1) 77-79.
- OECD, 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD, Paris.
- PASCHOS, I., NATHANAILIDES, C., TSOU-MANI, M., PERDIKARIS, C., GOUVA, E., LEONARDOS, I., 2004. Intra and inter-specific mating options for gynogenetic reproduction of *Carassius gibelio* (Bloch, 1783) in Lake Pamvotis (NW Greece). *Belg. J. Zool.*, 134 (1): 55-60.
- PAULOVITS, G., TATRAI, I. MATYAS, K., KORPONAI, J., KOVATS, N., 1998. Role of Prussian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) in the nutrient cycle of the Kis-Balaton Reservoir. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 83, Suppl.:467-470.
- RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. B. Can.*, no 191, 1-382.
- SKOULIKIDIS, N., BERTAHAS, I., KOUSOURIS, T., 1998. The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes) *Environmental Geology* 36 (1-2) 1-16.
- TESCH, F.W., 1971. Age and growth in Ricker, W.E.(ed). *Fish production in Fresh Waters*, Blackwell, Oxford, pp. 98-130.
- WEATHEARLEY, A.H., GILL, H.S., 1987. The biology of fish growth, Academic Press, London. 443 pp.
- WOOTTON, R. J., 1990: Ecology of teleost fish. Chapman & Hall, London, pp. 404.
- ZACHARIAS, I., BERTACHAS, I., SKOULIKIDIS, N., KOUSSOURIS, Th., 2002. Greek Lakes: Limnological overview. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 7: 55-62.