

Σύνθεση μηκών και εκτίμηση της αύξησης του είδους *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) στη λίμνη Παμβώτιδα

Ιερεμίας Χουσιδής¹, Ανθή Οικονόμου¹, Αλέξανδρος Ντάκης¹, Μαρία Τσουμάνη¹, Γιώργος Κουτούπας¹, Μαρία Γκaniάτσα¹, Παρασκευή Παπαδοπούλου¹, Ιωάννης Λεονάρδος¹

¹Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-ichousidis@yahoo.com, anthi.oikon@gmail.com, ntakisal@gmail.com, mirandatsoumani@gmail.com, gvkoutoupas@gmail.com, m.gkaniatsa@gmail.com, voulapapa06@gmail.com, ileonard@uoi.gr

ABSTRACT

Ieremias Chousidis, Anthi Oikonomou, Aleksandros Ntakis, Maria Tsoumani, Giorgos Koutoupas, Maria Gkaniatsa, Paraskevi Papadopoulou, Ioannis Leonardos: Length composition and growth rates of the prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Lake Pamvotis

Length composition and growth rate of the prussian carp (*Carassius gibelio*) were studied in Lake Pamvotis from January to April 2015 on a total of 377 individuals. The bulk of the sampled population was found to range from 29 cm to 34 cm. *C. gibelio* lengths were back-calculated and the von Bertalanffy growth parameters were estimated as $L_{\infty} = 46,79$ cm, $k = 0,116$ year and $t_0 = -4,75$.

Keywords: *Carassius gibelio*, Growth rates, Length composition, Lake Pamvotis

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) ανήκει στην οικογένεια Cyprinidae και είναι γνωστό στην Ελλάδα με την κοινή ονομασία πεταλούδα. Εισήχθη στη λίμνη Παμβώτιδα τη δεκαετία του 50' (Leonardos *et al.* 2008a). Η ικανότητα του είδους να ανταπεξέρχεται στις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, σε συνδυασμό με την αναπαραγωγική στρατηγική που ακολουθεί και τη χαμηλή εμπορική του αξία οδήγησαν στην κυριαρχία του καθώς και στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος (Perdikaris *et al.* 2007, Leonardos *et al.* 2008a).

Σκοπός της έρευνας είναι η μελέτη της σύνθεσης μηκών του πληθυσμού μέσω του υπολογισμού των ανάδρομων μηκών και της αύξησης του είδους, μέσω της εξίσωσης von Bertalanffy στη λίμνη Παμβώτιδα, με κύριους στόχους την εκτίμηση της κατάστασης του πληθυσμού και την αποτελεσματικότερη διαχείριση του συστήματος μελέτης.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στην παρούσα εργασία ως σύστημα μελέτης επιλέχθηκε η λίμνη Παμβώτιδα όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ψαριών από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο του 2015. Ένα σύνολο 377 ατόμων πεταλούδας, από τα οποία τα 374 ήταν θηλυκά και μόνο τα 3 αρσενικά συλλέχθηκε με τη χρήση μανωμένων διχτυών συνολικού μήκους 1300 m, ύψους 3 m και ανοίγματος ματιού 60 mm. Το δείγμα μεταφέρθηκε στο εργαστήριο όπου μετρήθηκε το ολικό μήκος (TL, cm) και βάρος (TW, g) του κάθε ατόμου και για τις μετέπειτα αναλύσεις λήφθηκαν υπόψη μόνο τα θηλυκά άτομα.

Ο προσδιορισμός της ηλικίας κάθε ατόμου έγινε μέσω της ανάγνωσης των λεπιών που πάρθηκαν από το άνω πρόσθιο μέρος του σώματος. Τα λέπια μετά την αφαίρεση, καθαρίστηκαν ώστε να απομακρυνθεί η βλέννα, εμποτίστηκαν σε αραιό διάλυμα αμμωνίας, ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό και στη συνέχεια μονιμοποιήθηκαν μεταξύ δυο αντικειμενοφόρων πλακών. Τα παρασκευάσματα των λεπιών παρατηρήθηκαν με χρήση στερεοσκοπίου (OLYMPUS KL 300 LED). Από τον αριθμό των ετήσιων δακτυλίων του λεπιού κάθε ατόμου προσδιορίστηκε η ηλικία και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των αποστάσεων των ετήσιων δακτυλίων από το κέντρο του λεπιού (Εικόνα 1), καθώς η απόσταση μεταξύ αυτών είναι ανάλογη της αύξησης (Campana & Neilson 1985).

Οι μετρήσεις μεταξύ των ετήσιων δακτυλίων χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των ανάδρομων μηκών (Francis 1990, Horrpila & Nyberg 1999). Ο υπολογισμός του μήκους σε κάθε ηλικία προσδιορίστηκε από την εξίσωση των Fraser-Lee (Fraser 1916, Lee 1920):

$$TL_n = \alpha + (TL_c - \alpha) \times (R_n / R_c)$$

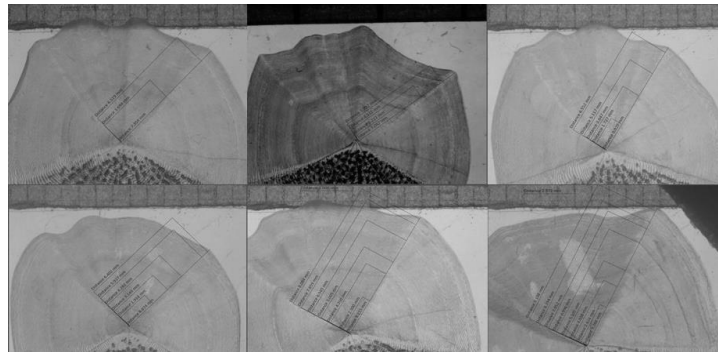
όπου TL_n : ολικό μήκος ψαριού όταν έχει σχηματιστεί ο δακτύλιος n , a : σταθερά, σημείο τομής στον κάθετο άξονα του ολικού μήκους, TL_c : ολικό μήκος ψαριού κατά τη σύλληψή του, R_n : ακτίνα λεπιού κατά το σχηματισμό του δακτυλίου n , R_c : ολικό μήκος ακτίνας λεπιού.

Για την περιγραφή της σχέσης ολικού μήκους και ακτίνας λεπιού χρησιμοποιήθηκε η απλή γραμμική εξίσωση: $TL = a + bR$, που έδειξε την καλύτερη προσαρμογή.

Τέλος, υπολογίστηκαν οι παράμετροι αύξησης μέσω της εξίσωσης von Bertalanffy με τη χρήση των μη γραμμικών ελάχιστων τετραγώνων, που δίνεται από τη σχέση (von Bertalanffy 1938):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

L_t : μήκος του σώματος την χρονική στιγμή t (cm), L_∞ : ασυμπτωτικό μήκος του σώματος, δηλαδή το μήκος που θα αποκτούσε το άτομο αν ζούσε απεριόριστα (cm), k : ετήσιος ρυθμός αύξησης ($1/\gamma$), t : ηλικία του ατόμου (γ) και t_0 : η υποθετική ηλικία στην οποία το άτομο έχει μηδενικό μήκος (γ). Η εξίσωση του von Bertalanffy παρέχει πληροφορίες για τις παραμέτρους της αύξησης k και L_∞ .



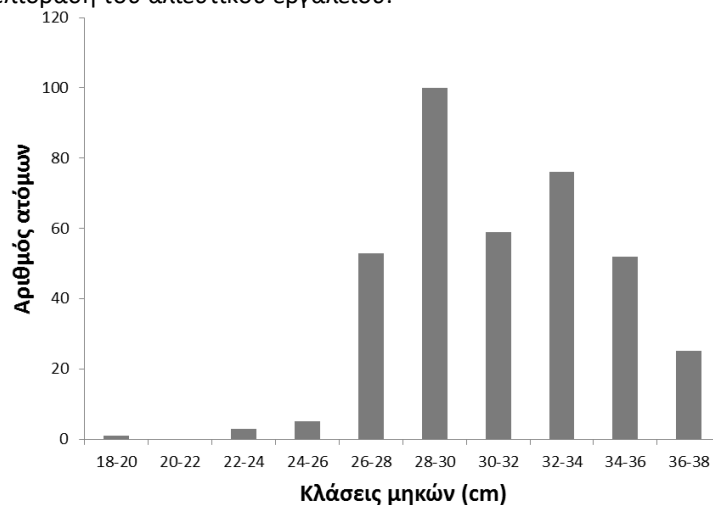
Εικόνα 1. Φωτογραφίες από λέπια του *Carassius gibelio* από άτομα ηλικίας δύο, τριών, τεσσάρων, πέντε, έξι και επτά ετών αντίστοιχα έπειτα από την εκτίμηση της ηλικίας.

Figure 1. *Carassius gibelio* scales after age determination. Scales from individuals aged two, three, four, five, six and seven years old.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύνθεση μηκών

Από τα 377 άτομα *C. gibelio* που συλλέχθηκαν τα 374 ήταν θηλυκά και μόνο τα 3 ήταν αρσενικά. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η κατά μήκος σύνθεση των θηλυκών ατόμων του πληθυσμού του *C. gibelio*, όπου φαίνεται ότι τα περισσότερα άτομα εμφανίζονται στις κλάσεις μηκών των 29 cm 30 cm και 34 cm και το ελάχιστο και μέγιστο μήκος TL (cm) του πληθυσμού βρέθηκε 20 και 37,5 cm αντίστοιχα. Η σύνθεση μηκών του δείγματος παρουσιάζει μεγάλο εύρος (20-38 cm), γεγονός που υποδηλώνει την επίδραση του αλιευτικού εργαλείου.

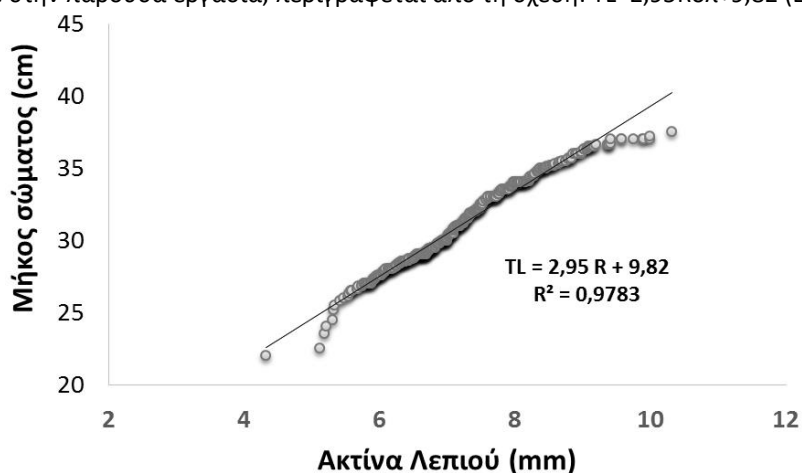


Εικόνα 2. Εύρος τιμών ανά κλάση μήκους του πληθυσμού των θηλυκών ατόμων *Carassius gibelio*.

Figure 2. Number of individuals per length class for the *Carassius gibelio* female population.

Υπολογισμός ανάδρομων μηκών

Η εξίσωση της σχέσης ολικού μήκους και ολικής ακτίνας λεπιού για το είδος *C. gibelio*, όπως υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία, περιγράφεται από τη σχέση: $TL=2,95R+9,82$ (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Γράφημα της σχέσης ολικού μήκους (TL) και ακτίνας λεπιού (R) για τον πληθυσμό του *Carassius gibelio*.

Figure 3. Total length (TL)–scale radius (R) relationship graph of the *Carassius gibelio* population.

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης που συνδέει το ολικό μήκος με την ακτίνα του λεπιού για το είδος *C. gibelio* συσχετίζονται ισχυρά θετικά ($R^2=0,97$, $P<0,001$) (Εικόνα 3). Τα μέσα ανάδρομα μήκη που υπολογίστηκαν καθώς και τα όρια εμπιστοσύνης τους (95%) δίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Εκτιμώμενες παράμετροι των ανάδρομων υπολογιζόμενων μηκών (cm) ανά κλάση ηλικίας του πληθυσμού *C. gibelio*.

Table 1. Estimated parameters of the back calculated mean lengths (cm) by age group for the *C. gibelio* population.

Παράμετροι	Ανάδρομα υπολογιζόμενα μήκη ανά ηλικία						
	BC1	BC2	BC3	BC4	BC5	BC6	BC7
Μέσα ανάδρομα μήκη	22,28	24,3	27,03	29,46	31,71	33,73	34,80
95% upper	24,20	27,07	30,35	33,02	35,10	36,47	37,84
95% lower	20,36	21,53	23,71	25,90	28,31	30,99	31,75
Μέγιστο μήκος	26,02	29,44	32,44	33,76	35,98	36,61	37,48
Ελάχιστο μήκος	19,48	20,92	22,86	25,12	27,08	30,36	31,80
N (αριθμός ατόμων)	374	374	362	288	188	89	25
Μέση ετήσια αύξηση	-	1,5	2,73	2,43	2,25	2,02	1,7
Αύξηση %	-	6,1	10,09	8,24	7,09	5,98	4,88

Σύμφωνα με τον υπολογισμό των ανάδρομων μηκών, η μεγαλύτερη αύξηση σε μήκος για το είδος *C. gibelio* (Πίνακας 1) παρατηρήθηκε τα δύο πρώτα χρόνια της ζωής του. Η έλευση της γεννητικής ωρίμανσης επέρχεται το δεύτερο έτος της ζωής των θηλυκών ατόμων επηρεάζοντας και την κατά μήκος αύξηση (Leonardos *et al.* 2008a).

Υπολογισμός των παραμέτρων αύξησης (εξίσωση von Bertalanffy)

Οι παράμετροι της αύξησης που υπολογίστηκαν από την εξίσωση von Bertalanffy δίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Παράμετροι αύξησης, τυπικό σφάλμα και 95% όρια εμπιστοσύνης που υπολογίστηκαν με την εξίσωση von Bertalanffy για τα θηλυκά άτομα του *C. gibelio*.

Table 2. Growth parameters, standard error and 95% confidence limits calculated by von Bertalanffy equation for the female *C. gibelio* population.

Παράμετροι	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	Όρια εμπιστοσύνης	Εξίσωση von Bertalanffy
L_{∞}	46,79	3,26	40,41-53,18	$L_t = 46,79 [1 - e^{-0,116(t+4,57)}]$
K	0,116	0,02	0,08-0,16	
t_0	-4,57	0,44	-5,42-3,72	

Οι υπολογιζόμενες παράμετροι αύξησης k και L_{∞} είναι παρόμοιες με αυτές που βρέθηκαν στην λίμνη Gruza της Σερβίας, $k=0,14 \text{ year}^{-1}$ και $L_{\infty}=44,14 \text{ cm}$ (Marinovic *et al.* 2015) για τον πληθυσμό θηλυκών ατόμων, η οποία χαρακτηρίζεται ως υπερτροφική όπως και η λίμνη Παμβώτιδα. Επίσης, παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα με τις παραμέτρους που εκτιμήθηκαν για τα θηλυκά άτομα του στο ποτάμι Aksu: $k= 0,232 \text{ year}^{-1}$ και $L_{\infty}=37,56 \text{ cm}$ (Innal 2012) και στη λίμνη Egirdir: $k= 0,316 \text{ year}^{-1}$ και $L_{\infty}= 34,2 \text{ cm}$ (Balik *et al.* 2004). Τέλος, ομοιότητες έχουμε και στις παραμέτρους αύξησης που υπολογίστηκαν στις λίμνες Λυσιμαχεία (Leonardos *et al.* 2001) και Χειμαδίτιδα (Leonardos *et al.* 2008b), με $k=0,282 \text{ year}^{-1}$ και $L_{\infty}= 32,5 \text{ cm}$ για την πρώτη και $k=0,297 \text{ year}^{-1}$ και $L_{\infty}= 34,46 \text{ cm}$ για την δεύτερη αντίστοιχα, οι οποίες υπολογίστηκαν ωστόσο για το σύνολο πληθυσμού (αρσενικά και θηλυκά) των ατόμων *C. gibelio*.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία είναι μέρος του προγράμματος με τίτλο: Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των πληθυσμών του ξενικού είδους ψαριού *Carassius gibelio* μέσω επιλεκτικής αλιείας καθώς και παραγωγής προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αλιείας (2007-2013).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balik I, Ozkok R, Cubuk H, Uysal R (2004) Investigation of some biological characteristics of the silver crucian carp, *Carassius gibelio* (Bloch 1782) population in Lake Egirdir. Turkish Journal of Zoology 28: 19-28
- Campana SE, Neilson JD (1985) Microstructure of fish otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 42(5): 1014-1032
- Francis R (1990) Back-calculation of fish length: a critical review. Journal of Fish Biology 36: 883-902
- Fraser CM (1916) Growth of the spring salmon. Transactions Pacific Fisheries Society 1915: 29-39
- Horppila J, Nyberg K (1999) The validity of different methods in the back calculation of the lengths of roach-a comparison between scales and cleithra. Journal of Fish Biology 54: 489-498
- Innal D (2012) Age and growth properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey). Review of Hydrobiology 5: 97-109
- Lee R (1920) A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Fisheries Investigation 4: 1-32
- Leonardos I, Kagalou I, Tsoumani M, Economidis P (2008a) Fish fauna in a Protected Greek lake: biodiversity, introduced fish species over a 80-year period and their impacts on the ecosystem. Ecology of Freshwater Fish 17: 165-173
- Leonardos ID, Tsikliras AC, Eleftheriou V, Cladas Y, Kagalou I, Chortatou R, Papigiotti O (2008b) Life history characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) in Chimaditis Lake (northern Greece). Journal of Applied Ichthyology 24: 213-217
- Leonardos, I, Katharios P, Charisis C (2001) Age, growth and mortality of *Carassius auratus gibelio* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Cyprinidae) in Lake Lysimachia (western Greece). Proceedings of the 10th PanHellenic Conferene of Ichthyologists, 18–20 October 2001, Chania, Greece, Hellenic Association of Ichthyologists, Chania, Greece: 257-259
- Marinović Z, Lujčić J, Bolić-Trivunović, Marković G (2015) Comparative study of growth in *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and *Rutilus rutilus* (L., 1758) from two Serbian reservoirs: Multi-model analysis and inferences. Fisheries Research 173: 11-19
- Perdikaris C, Levavi-Sivan B, Chantzaropoulos A, Nathanailides C, Gouva E, Paschos I (2007). Pituitary Collection from Gibel Carp *Carassius gibelio* (Bloch 1782) in Lake Pamvotis (Greece): Prospects for Use in Carp Reproduction. The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh, 59(3): 162-167.
- von Bertalanffy L (1938) A quantitative theory of organic growth. Human Biology 10: 181-213