

## Χημική σύσταση των αυγών του ψαριού *Carassius gibelio* - Σύγκριση με εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα

Θεόδωρος Χατζημητάκος<sup>1</sup>, Κωνσταντίνος Σταλίκας<sup>2</sup>, Ιωάννης Λεονάρδος<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο αναλυτικής χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα – [chatzimitakos@outlook.com](mailto:chatzimitakos@outlook.com)

<sup>2</sup>Εργαστήριο αναλυτικής χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα – [cstalika@cc.uoi.gr](mailto:cstalika@cc.uoi.gr)

<sup>3</sup>Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα – [ileonard@uoi.gr](mailto:ileonard@uoi.gr)

### ABSTRACT

**Theodoros Chatzimitakos<sup>1</sup>, Constantine Stalikas<sup>2</sup>, Ioannis Leonardos<sup>3</sup>: Chemical composition of the eggs of *Carassius gibelio* - Comparison with pertinent commercially available products**

*Carassius gibelio* is an alien fish species in Greek lakes with increasing spread. The market value of this species is relatively low, due to its less appealing flavor and as a result fishing is disinclined. In order to overcome this obstacle, we tried to produce new foodstuffs, with high market value, using as raw material fish gonads. To determine the nutritional value of the new products, and to compare them with commercially available products, chemical analyses for their content (free amino acids, fatty acids, vitamin E) were carried out. From our study it was evidenced that the raw material is rich in all the above mentioned compounds or classes of compounds. Furthermore, it was evident that the addition of various additives (such as salt, vinegar, pigments) did not affect negatively the composition of the final products. The new products were found to have higher nutritional value compared to three different commercially available products.

**Keywords:** *Carassius gibelio*, eggs, amino acids, fatty acids, vitamin E

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το είδος *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Prussian Carp, Πεταλούδα) είναι ψάρι των εσωτερικών υδάτων και ανήκει στην οικογένεια των Κυπρινοειδών. Ασιατικής καταγωγής, με ευρύτατη εξάπλωση σε λίμνες και ποτάμια, χαμηλής ροής, στην Ευρώπη, αποτελεί τον ανατολικοευρωπαϊκό άγριο τύπο του χρυσόψαρου (Mikumí *et al.* 2010). Πρόκειται για ψάρι πολύ ανθεκτικό σε ανθρωπογενείς παράγοντες, ρύπους, ευτροφισμό και ανοξικές συνθήκες, με έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα, γεγονός που συμβάλει στην ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών (Leonardos *et al.* 2001). Η παρουσία μεγάλων πληθυσμών του *C. gibelio* στα εσωτερικά υδάτινα οικοσυστήματα, σε συνδυασμό με τις βιολογικές στρατηγικές του είδους, το καθιστά επικίνδυνο για τους αυτόχθονους πληθυσμούς. Παρά την μεγάλη παραγωγή στα υδάτινα οικοσυστήματα, το *C. gibelio* έχει μικρή εμπορική αξία.

Τα αμινοξέα βρίσκονται σε όλα τα τρόφιμα, είτε δεσμευμένα σε πρωτεΐνες και πεπτίδια, είτε σε ελεύθερη μορφή. Τα φυσικά αμινοξέα είναι απαραίτητα για την σύνθεση των πρωτεϊνών και άλλων πρόδρομων ενώσεων, όπως συνένζυμα και νουκλεϊκά οξέα, στο ανθρώπινο σώμα. Από τα 20 αμινοξέα που χρησιμοποιούνται κατά την πρωτεϊνοσύνθεση, τα εννιά από αυτά χαρακτηρίζονται ως απαραίτητα καθώς δεν μπορούν να συντεθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό και πρέπει να προσλαμβάνονται από την τροφή (Intarasirisawat *et al.* 2011).

Τα λιπαρά οξέα μετασχηματίζονται σε ουσίες απαραίτητες για την εύρυθμη λειτουργία του σώματος, όπως οι προσταγλανδίνες, τα λευκοτριένια, οι θρομβοξάνες, οι λιποξίνες και άλλα. Επιπλέον,

είναι καλές πηγές ενέργειας για τον οργανισμό, αποτελούν απαραίτητα δομικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών και είναι αναγκαία για την παραγωγή ορισμένων ορμονών. Τα μειωμένα επίπεδα τους στον οργανισμό, μπορούν να προκαλέσουν διάφορες ασθένειες όπως αλωπεκίαση, δυσλειτουργία του ήπατος και προβλήματα στη μεταφορά της χοληστερόλης (Scano *et al.* 2013).

Η βιταμίνη Ε, είναι ένα σύμπλεγμα βιταμινών, γνωστές και ως τοκοφερόλες. Προστατεύει τα κύτταρα, τους ιστούς και τα λιπαρά συστατικά του οργανισμού καθώς εμφανίζει αντιοξειδωτική δράση. Επιπλέον μελέτες έχουν δείξει ότι μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου και δρα ευεργετικά σε διάφορες ασθένειες χοληστερόλης (Vilasoa-Martínez *et al.* 2008).

Στην προσπάθεια για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που ανακύπτουν από την εισβολή και την κυριαρχία των ξενικών ειδών, γίνεται προσπάθεια να αναδειχθούν ιστοί που θα μπορούσαν, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, να αποκτήσουν υψηλή εμπορική αξία και να ενθαρρυνθεί με τον τρόπο αυτό η επιλεκτική αλιεία του είδους. Τέτοια προϊόντα μπορεί να είναι υποκατάστατα του χαβιαριού και του αβγοτάραχου. Στα προϊόντα της γονάδας του *C. gibelio*, διεξήχθησαν αναλύσεις για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των ελεύθερων αμινοξέων, των λιπαρών οξέων και της βιταμίνης Ε. Τέλος, έγινε σύγκριση της περιεκτικότητας στα παραπάνω θρεπτικά συστατικά, τριών διαφορετικών, εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων (κόκκινο χαβιάρι, μαύρο χαβιάρι και ταραμάς) με τα προϊόντα που προτείνονται με βάση τα αυγά του *C. gibelio*.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

**Επιλογή δειγμάτων:** Τα δείγματα που επιλέχθηκαν να μελετηθούν είναι τα αυγά του *C. Gibelio*, τα οποία απομονώθηκαν από τις ώριμες γονάδες, χωρίς καμία επεξεργασία, καθώς και μετά από προσθήκη διαφόρων συστατικών (αλάτι, ξύδι, χρωστικές). Τέλος, έγινε ανάλυση και τριών εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων (μαύρο και κόκκινο χαβιάρι και ταραμάς).

**Προετοιμασία δειγμάτων:** Αρχικά, απομακρύνθηκε η υγρασία από τα προς ανάλυση δείγματα σε ξηραντήρα, με χρήση ξηραντικού υλικού, υπό κενό. Κατά την διαδικασία της ξήρανσης, εφαρμόστηκε και τακτικός αερισμός, σύντομης διάρκειας σε αποστειρωμένο χώρο, για την αποφυγή ανάπτυξης αναερόβιων μικροοργανισμών. Η ξήρανση των δειγμάτων συνεχίστηκε έως σταθερού βάρους (ξηρό βάρος). Τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν και αποθηκεύτηκαν μέχρι την ανάλυση τους.

**Προσδιορισμός ελεύθερων αμινοξέων:** Σε 200 mg ξηρού δείγματος αυγών προστίθενται 5,0 mL απόλυτης αιθανόλης και τα αυγά ομογενοποιούνται σε λουτρό υπερήχων, για 10 min. Μετά από φυγοκέντρηση, παραλαμβάνονται 100 μL από το υπερκείμενο υγρό και μεταφέρονται σε φιαλίδιο, όπου γίνεται εξάτμιση του διαλύτη με χρήση αζώτου. Στη συνέχεια γίνεται επαναιώρηση του υπολείμματος με 100 μL διαλύματος 0,1M υδροχλωρικού οξέος. Εξατμίζεται ο διαλύτης, με χρήση αζώτου και το υπόλειμμα παραγωγοποιείται με χρήση ανυδρίτη του τριφθοροξικού οξέος και 2,2,2-τριφθοροαιθανόλης. Τέλος, γίνεται επαναιώρηση σε 100 μL οξικού αιθυλεστέρα και παραλαμβάνεται 1 mL, το οποίο εισάγεται σε σύστημα αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή ιοντισμού φλόγας.

**Προσδιορισμός λιπαρών οξέων:** Σε 1,00 g ξηρού δείγματος αυγών προστίθενται 3,0 mL ενός μείγματος χλωροφόρμιο: μεθανόλη (2:1) που περιέχει 0,01% *tert*-βουτυλο-υδροξυ τολουόλιο (BHT), ως αντιοξειδωτικό για την προστασία των λιπαρών οξέων από την υπεροξειδωση. Το μίγμα τοποθετείται σε λουτρό υπερήχων για 5 min, ώστε να ομογενοποιηθεί και μετά από φυγοκέντρηση παραλαμβάνεται το υπερκείμενο υγρό. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές. Στη συνέχεια, τα τρία υπερκείμενα ενώνονται και εξατμίζονται σε ρεύμα αζώτου. Το υπόλειμμα επαναιωρείται σε 100 μL του μείγματος εκχύλισης. Έπειτα, προστίθενται 5,0 mL εξάνιο και 0,5 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου 0,2M σε μεθανόλη και το μίγμα αναδεύεται σε συσκευή περιδίνησης για 1 min. Μετά από φυγοκέντρηση, παραλαμβάνεται 1 mL το οποίο εισάγεται σε αέριο χρωματογράφο με ανιχνευτή σύλληψης ηλεκτρονίων, για διαχωρισμό και ταυτοποίηση των λιπαρών οξέων.

**Προσδιορισμός βιταμίνης Ε:** Σε 0,5 g ξηρού δείγματος αυγών προστίθεται 1,0 mL απόλυτης αιθανόλης και το μίγμα αναδεύεται έντονα σε συσκευή περιδίνησης. Εν συνεχεία προστίθενται 5 mL ενός μείγματος εξάνιο-διχλωρομεθάνιο (9:1) και το μίγμα αναδεύεται ξανά σε συσκευή περιδίνησης, για

1 min. Μετά από φυγοκέντρηση για 5 min, το υπερκείμενο υγρό μεταφέρεται σε ξεχωριστό φιαλίδιο και εξατμίζεται πλήρως ο διαλύτης σε ρεύμα αζώτου. Το υπόλειμμα επαναιωρείται σε 1,0 mL απόλυτης αιθανόλης και εισάγεται σε σύστημα υγρής χρωματογραφίας, συνδεδεμένο με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

**Περιεκτικότητα σε ελεύθερα αμινοξέα:** Τα αποτελέσματα των αναλύσεων καταδεικνύουν ότι τα αυγά του ψαριού *C. gibelio* είναι πλούσια πηγή ελεύθερων αμινοξέων. Περιέχουν τόσο τα απαραίτητα, όσο και τα μη απαραίτητα για τον οργανισμό αμινοξέα. Επίσης, συμπεραίνεται ότι οποιαδήποτε προσθήκη κατά την περαιτέρω επεξεργασία στα αυγά, δεν υποβαθμίζει την περιεκτικότητά τους σε ελεύθερα αμινοξέα. Σε σύγκριση με τα εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα που εξετάστηκαν, τα επεξεργασμένα αυγά *C. gibelio* αποδεικνύεται ότι υπερέχουν σε ότι αφορά τα ελεύθερα αμινοξέα. Πιο συγκεκριμένα, τα αυγά του *C. gibelio* περιέχουν 3,3 και 2,1 φορές περισσότερα ελεύθερα αμινοξέα από το κόκκινο και το μαύρο χαβιάρι αντίστοιχα. Ομοίως, η περιεκτικότητα των αυγών σε ελεύθερα αμινοξέα, σε σχέση με τον ταραμά, είναι μεγαλύτερη κατά 13%.

**Περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα:** Από τα αποτελέσματα των διεξαχθέντων πειραμάτων προκύπτει ότι τα αυγά του *C. gibelio* είναι πλούσια πηγή 16 διαφορετικών λιπαρών οξέων, τόσο κορεσμένων όσο και ακόρεστων, χωρίς να παρατηρούνται ποιοτικές διαφοροποιήσεις στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα μεταξύ των δειγμάτων. Επίσης, οποιαδήποτε προσθήκη και επεξεργασία των αυγών, δεν υποβαθμίζει την περιεκτικότητά τους σε λιπαρά οξέα. Συγκριτικά με τα εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα που εξετάστηκαν, τα επεξεργασμένα αυγά του *C. gibelio* έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα λιπαρών οξέων. Αναλυτικότερα, τα αυγά του *C. gibelio* περιέχουν 78%, 73% και 6,5 φορές περισσότερα συνολικά λιπαρά οξέα σε σχέση με το κόκκινο χαβιάρι, το μαύρο χαβιάρι και τον ταραμά αντίστοιχα. Επιπλέον, η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων αυγών του *C. gibelio* σε ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι περίπου 60% μεγαλύτερη από τα προϊόντα τύπου χαβιάρι ενώ σε σχέση με τον ταραμά είναι 1,8 φορές μεγαλύτερη.

**Περιεκτικότητα σε βιταμίνη E:** Η σύγκριση των εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων και των εξεταζόμενων αυγών του *C. gibelio*, ως προς την περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη E, έδειξε ότι η περιεκτικότητα των αυγών είναι μεγαλύτερη κατά 7,5 και 8,9 φορές από αυτή των προϊόντων τύπου χαβιάρι δηλ. κόκκινο και μαύρο χαβιάρι αντίστοιχα. Αντιθέτως, η περιεκτικότητα των αυγών και του ταραμά σε βιταμίνη E, βρέθηκε να είναι περίπου ίση.

### Πίνακας 1: Περιεκτικότητες των δειγμάτων σε θρεπτικά συστατικά (mg/100g ξηρού δείγματος)

Table 1: Content of nutritional components in the samples (mg/100g dried sample)

Αναλύτες	Μη επεξεργασμένα αυγά	Επεξεργασμένα αυγά	Κόκκινο χαβιάρι	Μαύρο χαβιάρι	Ταραμάς
Συνολικά ελεύθερα αμινοξέα	2947 ± 88	2717 ± 81 - 2894 ± 87	657 ± 20	906 ± 27	2488 ± 75
Συνολικά λιπαρά οξέα	12479 ± 424	11543 ± 392 - 12514 ± 425	6741 ± 229	6883 ± 234	1595 ± 54
Βιταμίνη E	7,9 ± 0,4	7,5 ± 0,4 - 7,9 ± 0,4	0,88 ± 0,04	0,78 ± 0,04	7,5 ± 0,4

Συμπερασματικά, τα αυγά του *Carassius gibelio* είναι πλούσια πηγή αμινοξέων, λιπαρών οξέων και βιταμίνης Ε. Συγκριτικά με τα τρία εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα που αναλύθηκαν, τα επεξεργασμένα αυγά υπερέχουν σημαντικά, καθώς εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά σε σχέση με τα εξεταζόμενα εμπορικά προϊόντα

### **Ευχαριστίες**

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, μέτρο 3.5.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Grażyna J, Jerzy F (2011) Selenium and 17 other largely essential and toxic metals in muscle and organ meats of Red Deer (*Cervus elaphus*) — Consequences to human health, *Environment International* 37: 882-888

Intarasirisawat R, Benjakul S, Visessanguan W (2011) Chemical compositions of the roes from skipjack, tongol and bonito, *Food Chemistry* 124: 1328-1334.

Leonardos I, Kokkinidou A, Katharios P, Harisis C (2001). Age growth and mortality of gibel carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1873) in Lake Lysimachia (W. Greece). *Proceedings of the 9th Hellenic Conference of Ichthyologist, Mesolongi, Greece*: 137-140

Scano P, Rosa A, Pisano M, Piras C, Cosentino S, Dessi M (2013) Lipid components and water soluble metabolites in salted and dried tuna (*Thunnus thynnus* L.) roes, *Food Chemistry* 138: 2115-2121.

Takada M, Tachihara K, Kon T, Yamamoto G, Iguchi K, Miya M, Nishida M (2010) Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. *BMC Evolutionary Biology* 10:7

Vilaso-Martínez M, Calaza-Ramos C, López-Hernández J, Lage-Yusty M, Losada P, Rodríguez-Bernaldo de Quirós A, (2008) Determination of vitamin E and carotenoid pigments by high performance liquid chromatography in shell of *Chionoecetes opilio*, *Analytica Chimica Acta* 617: 225-229.