Εκτίμηση των καταναλωτικών προτιμήσεων για το σχήμα του σώματος της εκτρεφόμενης τσιπούρας (*Sparus aurata*)

Στέφανος Φραγκούλης[1*], Μαρία Χρίστου[1*], Χρήστος Ρήτας[3], Κώστας Τζόκας[3], Κώστας Μπαταργιάς[2], Γιώργος Κουμουνδούρος[1]

[1]Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, stefanos_fragkoulis@hotmail.com, gkoumound@biology.uoc.gr
[2]Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, batc@teimes.gr
[3]ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ Α.Ε. critas@andromedagroup.gr, ktzokas@andromedagroup.gr
* Ισότιμη συνεισφορά

ABSTRACT

Stefanos Fragkoulis, Maria Christou, Christos Ritas, Costas Tzokas, Costas Batargias, Giorgos Koumoundouros: Consumers' preference assessment for the body-shape of reared Gilthead seabream (*Sparus aurata*)

A questionnaire survey was performed to study the consumers' preference for the body shape of Gilthead seabream, using digital photos of reared fish. Twenty two out of 65 participants in the survey were classified as responders of high discrimination efficiency or/and reliability. Through the evaluation of these responders and the geometric morphometrics analysis, the preferred body shape was presented comparatively more slender with longer caudal peduncle. The comparison of the body shape between wild-caught and the reared fish showed that the origin of fish significantly affected the external morphology of seabream ($p<0.001$). Spline diagramsdemonstrated that the consumers preferences matched to a great extend the body shape of wild caught fish.

Keywords: Phenotypic plasticity, morphology, product quality, reared fish

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σχήμα του σώματος αποτελεί σημαντικό χαρακτήρα ποιότητας για τα εκτρεφόμενα ψάρια, ιδιαίτερα εκείνα που εμπορεύονται ολόκληρα. Η ποικιλομορφία του σχήματος των εκτρεφόμενων ψαριών αποδίδεται τόσο στην ύπαρξη μορφο-ανατομικών παραμορφώσεων (Boglione *et al.* 2013, Cobcroft & Battaglene, 2013), όσο και στη φυσιολογική διακύμανση λόγω της δράσης του περιβάλλοντος και του γονοτύπου (Costa *et al.* 2010, Loizides *et al.* 2014, Fragkoulis *et al.* in press). Αν και το σχήμα του σώματος αποτελεί συχνό χαρακτήρα στόχο των προγραμμάτων γενετικής βελτίωσης (Costa *et al.* 2010, Loukovitis *et al.* 2013), ο φαινότυπος αναφοράς για το σχήμα του σώματος της τσιπούρας δεν έχει μέχρι σήμερα προσδιορισθεί. Άγνωστο επίσης παραμένει το κατά πόσο οι καταναλωτές έχουν διακριτές προτιμήσεις ως προς το σχήμα του σώματος των εκτρεφόμενων ψαριών, αλλά και το κατά πόσο οι όποιες προτιμήσεις σχετίζονται με τον «άγριο» φαινότυπο. Στην παρούσα εργασία, εξετάζονται οι καταναλωτικές προτιμήσεις για το σχήμα του σώματος της τσιπούρας, έχοντας ως σημείο αναφοράς τον φαινότυπο ατόμων που αλιεύθηκαν από το φυσικό πληθυσμό.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα εκτρεφόμενα άτομα προήλθαν από μαζική ωοτοκία 182 θηλυκών και 76 αρσενικών γεννητόρων. Ο εγκλιματισμός των αυγών και η νυμφική εκτροφή έγινε με την καθιερωμένη μεθοδολογία για το είδος. Τα άτομα παρέμειναν στις δεξαμενές μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος (320-400 g), όπου και πάρθηκε δείγμα 80 ατόμων (22.3±1.7 cm SL) για τη σύσταση των ερωτηματολογίων. Τα «άγρια» άτομα προήλθαν από τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου (45 άτομα 21,5±0,8 cm SL). Η ανάλυση του σχήματος σώματος έγινε σε ψηφιακές φωτογραφίες των αναισθητοποιημένων εκτρεφόμενων και «άγριων» ατόμων, με τη μέθοδο της γεωμετρικής μορφομετρίας και ανάλυση 13 οροσήμων (Fragkoulis *et al.* in press). Από τα «άγρια» ψάρια, 19 άτομα παρουσίασαν μορφο-ανατομικές ανωμαλίες (σκελετικές ή πλευρικής γραμμής) και εξαιρέθηκαν από την ανάλυση ως άτομα με πιθανότητα να έχουν δραπετεύσει από εκτρεφόμενους πληθυσμούς.

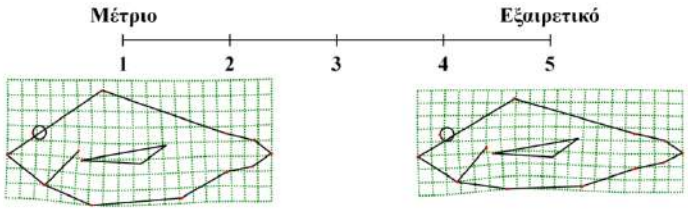
Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους αξιολογητές με τη μορφή αρχείου pdf (Adobe FormsCentral) όπου έπρεπε να αξιολογήσουν το σχήμα του σώματος 100 ψαριών, σύμφωνα με κλίμακα βαθμονόμησης πέντε σημείων (1=μέτριο, 5=εξαιρετικό). Για να μην επηρεαστεί η αξιολόγηση από το χρωματισμό και το μέγεθος του σώματος, οι φωτογραφίες μετασχηματίστηκαν σε αποχρώσεις

του γκρι και προσαρμόστηκαν στο ίδιο μέγεθος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε εντός δύο εβδομάδων, σε ένα σύνολο 65 αξιολογητών.

Από τις 100 φωτογραφίες ψαριών που υπήρχαν στα ερωτηματολόγια, οι εξήντα ήταν μοναδικές, ενώ οι υπόλοιπες 40 ήταν διπλές φωτογραφίες 20 ψαριών που επιλέχθηκαν τυχαία. Οι είκοσι διπλές καταχωρήσεις κατανεμήθηκαν τυχαία στο ερωτηματολόγιο. Η αξιοπιστία κάθε αξιολογητή εκτιμήθηκε με βάση τη σημαντικότητα της συσχέτισης Spearman μεταξύ των διπλών αξιολογήσεων για το ίδιο ψάρι. Οι αξιολογητές με σημαντική ή μη συσχέτιση χαρακτηρίσθηκαν ως υψηλής (ΥΑΔ) ή χαμηλής (ΧΑΔ) αξιοπιστίας (ή/και διακριτικής ικανότητας) αντίστοιχα. Ο έλεγχος της σημαντικότητας των διαφορών σχήματος μεταξύ των αξιολογήσεων των καταναλωτών και των «άγριων» ατόμων έγινε με ανάλυση κανονικών μεταβλητών επί των τιμών του πίνακα βαρύτητας (weight matrix). Η οπτικοποίηση των διαφορών σχήματος μεταξύ των διαφορετικών ομάδων έγινε με ανάλυση παλινδρόμησης των συνιστωσών του σχήματος με τη μέση αξιολόγηση κάθε ψαριού (ερωτηματολόγιο) ή τις κανονικές μεταβλητές (σύγκριση με «άγρια» άτομα). Ακολούθησε η εκτίμηση των πλεγμάτων παραμόρφωσης (tpsRegr, Rohlf 2011). Περισσότερες πληροφορίες για τη μέθοδο της γεωμετρικής μορφομετρίας που ακολουθήθηκε δίνονται από τους Fragkoulis *et al.* (in press).

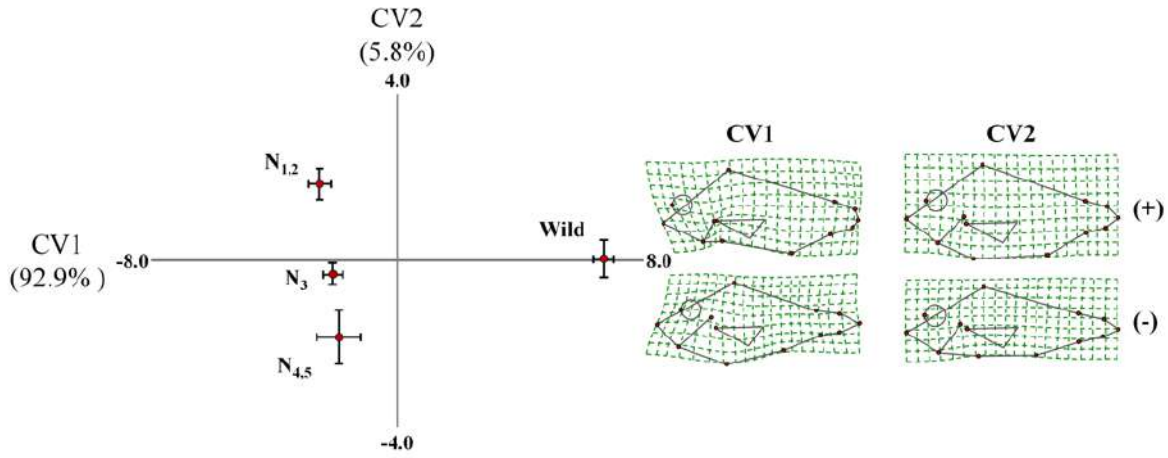
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Είκοσι δύο αξιολογητές χαρακτηρίστηκαν ως υψηλής αξιοπιστίας ή/και διακριτικής ικανότητας, λόγω του υψηλού συντελεστή συσχέτισης Spearman μεταξύ των διπλών αξιολογήσεων για το ίδιο ψάρι (0.45-0.88, $p<0.05$). Με βάση το ίδιο κριτήριο, οι υπόλοιποι 43 αξιολογητές χαρακτηρίστηκαν ως χαμηλής αξιοπιστίας. Και για τις δύο ομάδες αξιολογητών η αξιολόγηση των ψαριών ήταν ανεξάρτητη του τυπικού μήκους τους. Η ανάλυση παλινδρόμησης του σχήματος με τη μέση τιμή αξιολόγησης ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τους αξιολογητές υψηλής διακριτικής ικανότητας (Wilks' $\lambda= 0.423$, $p<0.001$). Και οι δύο ομάδες αξιολογητών χαρακτήρισαν ως εξαιρετικά τα ψάρια που είχαν λεπτό σχήμα σώματος και μακρύ ουραίο μίσχο. Δευτερευόντως το προτιμούμενο σχήμα είχε μετατοπισμένα τα θωρακικά πτερύγια προς τα πάνω, ενώ το ρύγχος προς τα κάτω (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Απεικόνιση των σχηματικών αλλαγών κατά μήκος της κλίμακας βαθμονόμησης για την αξιολόγηση του σχήματος της τσιπούρας.
Figure 1. Visualization of shape changes along the Likert scale for the evaluation of seabream body-shape. Spline diagrams for "fair" and "excellent" body shape (X3).

Από την ανάλυση των κανονικών μεταβλητών, αποδείχθηκε ότι η προέλευση των ψαριών είχε σημαντική επίδραση στο σχήμα του σώματος της τσιπούρας (Wilks' $\lambda= 0,0259$, $p<0,001$). Στην πρώτη κανονική μεταβλητή (CV1, εξήγησε το 92,9% της διακύμανσης) διακρίθηκαν οι διαφορετικές ομάδες των εκτρεφόμενων ψαριών ($N_{1,2}$, N_3, $N_{4,5}$) από τα «άγρια» ψάρια (Εικόνα 2). Στη δεύτερη κανονική μεταβλητή (CV2, εξήγησε το 5,8% της συνολικής διακύμανσης), διαχωρίστηκαν τα εκτρεφόμενα άτομα υψηλής αξιολόγησης ($N_{4,5}$) από εκείνα χαμηλής αξιολόγησης ($N_{1,2}$). Από τα πλέγματα παραμόρφωσης δείχθηκε ότι οι καταναλωτικές προτιμήσεις γα το σχήμα του σώματος της τσιπούρας σε σημαντικό βαθμό εμφάνισαν χαρακτηριστικά των «άγριων» ατόμων (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Αριστερά. Κατανομή των μέσων τιμών (mean±SD) των διαφορετικών ομάδων κατά μήκος των δύο πρώτων κανονικών μεταβλητών (CV1, CV2). Στις παρενθέσεις δίνονται τα ποσοστά της συνολικής φαινοτυπικής διακύμανσης που εξηγούνται από κάθε κανονική μεταβλητή. N_{1-5} ομάδες των ψαριών με βάση την αξιολόγηση του ερωτηματολογίου. Δεξιά. Πλέγματα παραμόρφωσης (x3) δείχνουν την αλλαγή στο σχήμα σώματος κατά μήκος των CV1 και CV2 αξόνων.

Figure 2. Left. Distribution of the different groups of fish along the first two axes of canonical variate analysis (CV1, CV2). Means (±SD) of the canonical scores are given. Numbers in brackets are equal to the percentage of shape variance explained by each canonical axis. N_{1-5} fish groups according to their questionnaire evaluation. Right. Spline diagrams demonstrate the components of shape change relative to the extreme values (X3) of the canonical axes.

Μέχρι σήμερα αρκετές εργασίες υποδεικνύουν το περιβάλλον ή/και το γονότυπο ως σημαντικούς παράγοντες που επιδρούν στο σχήμα του σώματος (Costa *et al.* 2010, Loukovitis *et al.* 2013, Loizides *et al*. 2014), συμπεραίνοντας ότι υπάρχουν ουσιαστικές μορφολογικές αλλαγές μεταξύ εκτρεφόμενων και άγριων πληθυσμών (Arechavala-Lopez *et al.* 2012). Στην παρούσα εργασία φάνηκαν να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο σχήμα του σώματος μεταξύ εκτρεφόμενων και "άγριων" ατόμων τσιπούρας. Δεδομένου ότι οι εκτρεφόμενοι πληθυσμοί υπόκεινται σε επιλεκτική αναπαραγωγή και εξημέρωση για περίπου δύο γενιές, είναι αναμενόμενο τέτοιες διαφορές να είναι αποτέλεσμα της επίδρασης τόσο του γονοτύπου όσο και του περιβάλλοντος. Σε πληθώρα ειδών το σχήμα του σώματος θεωρείται αρκετά υποσχόμενος χαρακτήρας για προγράμματα γενετικής βελτίωσης (Kocour *et al.* 2007, Costa *et al.* 2010, Domingos *et al.* 2013, Loukovitis *et al.* 2013, Fragkoulis *et al.* in press) με το φαινότυπο που χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς να καθορίζεται ωστόσο εμπειρικά. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δείχνουν πως σημαντικό μέρος των καταναλωτών εμφανίζει συγκεκριμένες προτιμήσεις για το σχήμα του σώματος της τσιπούρας, οι οποίες σχετίζονται σημαντικά με τον «άγριο» φαινότυπο. Όπως έδειξαν τα πλέγματα παραμόρφωσης, οι καταναλωτικές προτιμήσεις δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα σε συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές (π.χ. θέση κοιλιακών πτερυγίων). Η γεωμετρική μορφομετρική ανάλυση επιτρέπει την ενσωμάτωση αυτών των συγκεκριμένων χαρακτήρων στα προγράμματα γενετικής βελτίωσης απομονωμένα από τους υπόλοιπους χαρακτήρες σχήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα «Πιλοτικά Σχέδια» (Μέτρο 3.5, ΕΠΑΛ 2007-2013) (Κωδικός έργου 186652).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arechavala-Lopez P, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, Sfakianakis DG, Somarakis S (2012) Morphological differences between wild and farmed Mediterranean fish. Hydrobiologia 679: 217-231

Boglione C, Gisbert E, Gavaia P, Witten PE, Moren M, Fontagné S, Koumoundouros G (2013) Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: Main typologies, occurrences and causative factors. Reviews in Aquaculture 5: S121

Cobcroft JM, Battaglene SC (2013) Skeletal malformations in Australian marine finfish hatcheries. Aquaculture 396-399: 51-58

Costa C, Vandeputte M, Antonucci F, Boglione C, Menesatti P, Cenadelli S, Parati K, Chavanne H, Chatain B (2010) Genetic and environmental influences on shape variation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Biological Journal of the Linnean Society 101: 427-436

Domingos JA, Smith-Keune C, Robinson N, Loughnan S, Harrison P, Jerry DR (2013) Heritability of harvest growth traits and genotype-environment interactions in barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). Aquaculture 402-403: 66- 75

Fragkoulis S, Christou M, Karo R, Ritas, Ch, Tzokas C, Batargias C, Koumoundouros G (2016) Scaling of body-shape quality in reared gilthead seabream *Sparus aurata* L. Consumer preference assessment, wild standard and variability of reared phenotype. Aquaculture Research (in press)

Kocour M, Mauger S, Rodina M, Gela D, Linhart O, Vandeputte M (2007) Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. Aquaculture 270: 43-50

Loizides M, Georgakopoulou E, Christou M, Iliopoulou M, Papadakis I, Katharios P, Divanach P, Koumoundouros G (2014) Thermally-induced phenotypic plasticity in gilthead seabream *Sparus aurata* L. (Perciformes, Sparidae). Aquaculture 432: 383-388

Loukovitis D, Batargias C, Sarropoulou E, Apostolidis AP, Kotoulas G, Magoulas A, Tsigenopoulos CS, Chatziplis D (2013) Quantitative trait loci affecting morphology traits in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Animal Genetics 44: 480-483

Rohlf FJ (2011) TpsRegr, shape regression, version 1.38. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, NY