

Επίδραση της θερμοκρασίας κατά την νυμφική εκτροφή στη διαφοροποίηση του φύλου, τη σκελετική ανάπτυξη και την επικείμενη αύξηση του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

Κωνσταντίνος Μυλωνάς, Ειρήνη Συγγελάκη και Ιωάννης Παπαδάκης

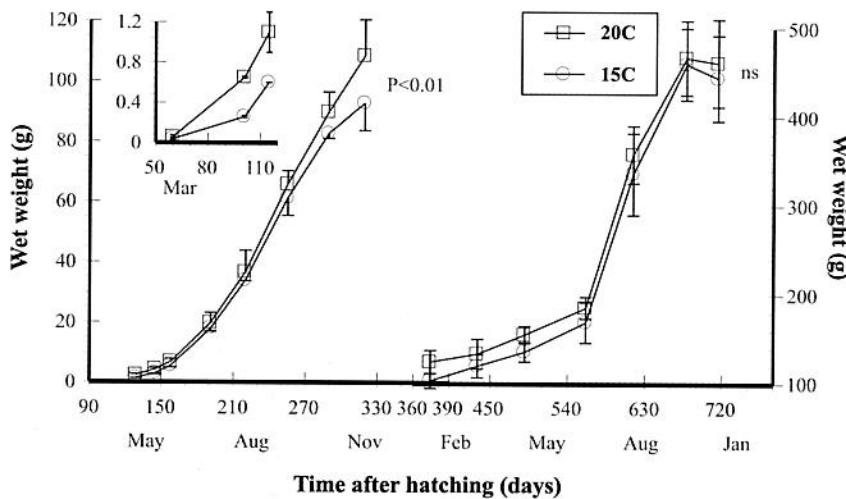
Ινστιτούτο Υδατοκαλλιεργειών, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, AQUALABS,

T.Θ. 2214, Ηράκλειο, Κρήτη 71003

E-mail: mylonas@her.hcmr.gr

Εισαγωγή

Έχει διαπιστωθεί ευρέως ότι η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νυμφικής εκτροφής μπορεί να επηρεάσει την αναλογία φύλου του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) (Pavlidis et al., 2000; Koumoundouros et al., 2002; Mylonas et al., 2005), ενώ η επίδραση της θερμοκρασίας εκτροφής στην ανάπτυξη μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι λιγότερο τεκμηριωμένη. Έτσι, ενώ η παραγωγή πληθυσμών με μεγαλύτερο ποσοστό θηλυκών είναι επιθυμητή, αφού τα θηλυκά λαβράκια μεγαλώνουν γρηγορότερα από τα αρσενικά (Saillant et al., 2001), η εφαρμογή θερμικών διαχειρίσεων κατά την νυμφική εκτροφή που να αυξάνουν το ποσοστό των



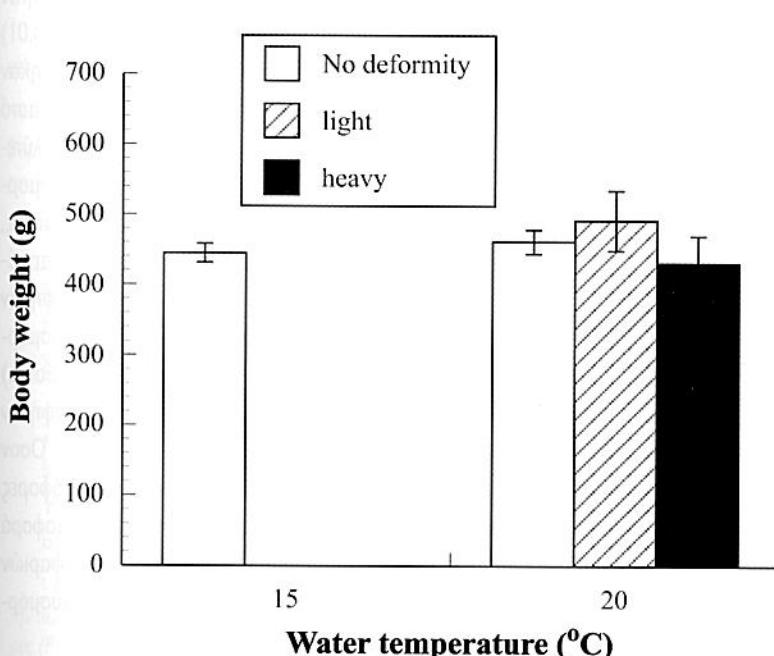
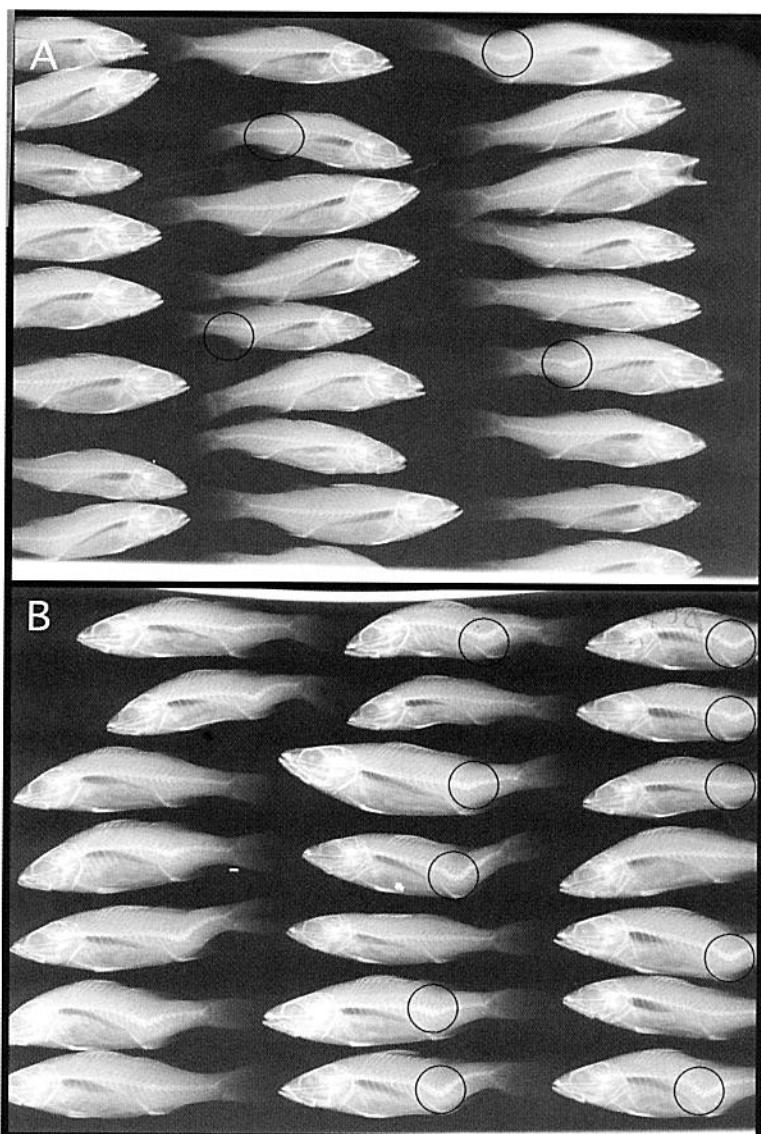
Εικόνα 1. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) του υγρού βάρους λαβρακιών ($n = 20 - 30$) κατά τη διάρκεια δύο ετών καλλιέργειας, από την ημέρα 60 μέχρι την ημέρα 678 μετά την εκκόλαφη. Οι δύο ομάδες εκτέθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες νερού (15 και 20°C) από τη συλλογή των αυγών μέχρι την κάμψη της ουράς (βλ. εικόνα 1). Η στατιστική ανάλυση έγινε στα δεδομένα των τελευταίων δειγματοληψιών των χρόνων 1 και 2 (δηλ. τις ημέρες 319 και 678 μετά την εκκόλαφη). Στατιστικά σημαντικοί μέσοι όροι (ANOVA, $P < 0.01$) παρατηρήθηκαν μόνο κατά το τέλος του πρώτου χρόνου. ns = not significant (μη σημαντική διαφορά)

Εικόνα 2. Φωτογραφίες ακτινογραφίας λαβρακιού στις 160 ημέρες μετά την εκκόλαψη (ημε), μετά από έκθεση στους 15°C (A) και στους 20°C (B) κατά την περίοδο από τη συλλογή των αυγών μέχρι την κάμψη της ουράς (66 και 55 ημε στους 15 και 20AC, αντίστοιχα). Οι σκελετικές ανωμαλίες επιδεικνύονται με κύκλους.

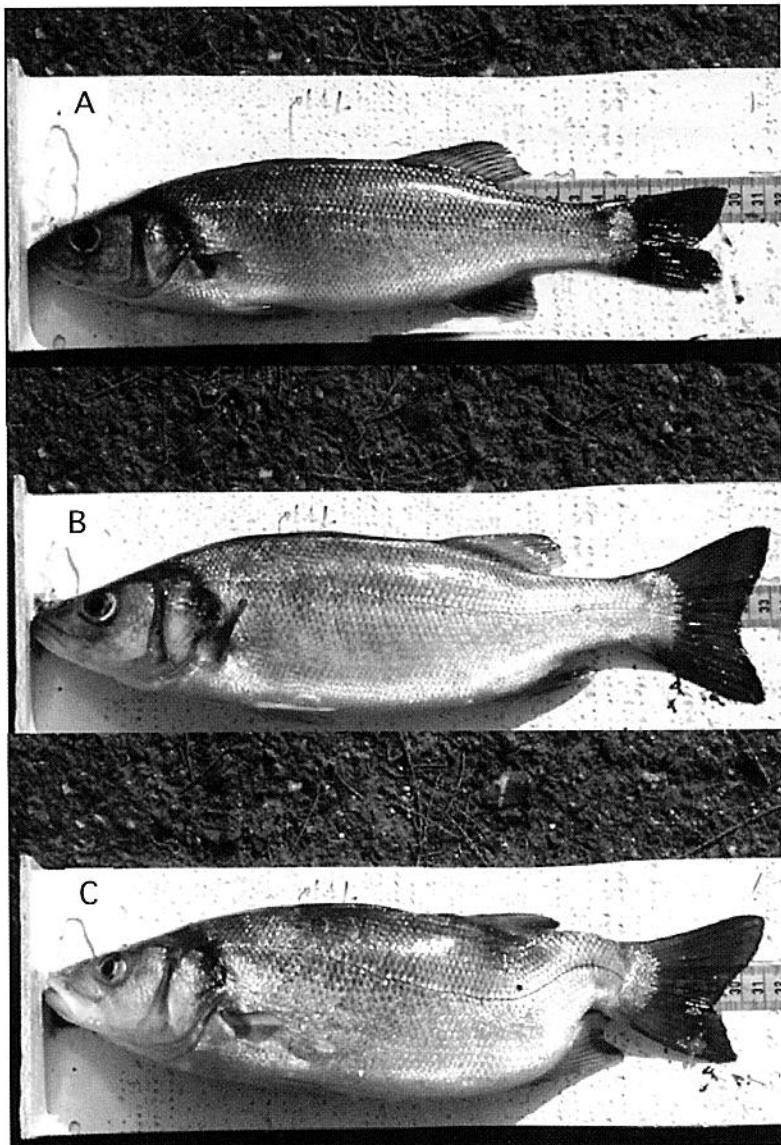
θηλυκών δεν εφαρμόζονται στην Ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια. Για να συμπληρωθεί αυτό το κενό, η παρούσα μελέτη εξέτασε την επίδραση της εκτροφής νυμφών λαβρακιού σε θερμοκρασίες που ευνοούν την ανάπτυξη θηλυκών ατόμων, στην αύξηση των φαριών κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου παραγωγής και στην εμφάνιση σκελετικών δυσμορφιών.

Υλικά και μέθοδοι

Αυγά λαβρακιού διατηρήθηκαν σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες (15 και 20AC) κατά την περίοδο μέχρι την κάμψη της ουράς, η οποία πραγματοποιήθηκε μετά από 66 και 55 ημέρες μετά την εκκόλαψη (ημε) στους 15 και 20AC, αντίστοιχα. Στην συνέχεια, και μέχρι το



Εικόνα 4. Μέσο (\pm τυπικό σφάλμα) υγρό βάρος λαβρακιών ($n = 11 - 64$) που εκτέθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες (15 και 20°C) κατά τη νυμφική καλλιέργεια και εξαλιεύτηκαν στις 715 ημέρες μετά την εκκόλαψη, και κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με την εμφάνιση ήπιας ή βαριάς μορφής σκελετικών δυσμορφιών (βλ. Εικόνα 3). Στην ομάδα των 15°C δεν παρατηρήθηκαν δυσμορφικά ψάρια και δεν υπήρχε διαφορά στο μέσο βάρος των φαριών με διαφορετικό βαθμό σκελετικών δυσμορφιών (ANOVA, DNMR, $P < 0.05$).



Εικόνα 3. Φωτογραφίες λαβρακιού κατά το χρόνο εξαλίευσης (715 ημέρες μετά την εκκόλαψη) κατηγοριοποιημένες ανάλογα με την παρουσία σκελετικών δυσμορφιών. Οι σκελετικές δυσμορφίες καθορίστηκαν υποκειμενικά να είναι ήπιες "mild" (B), αν δεν οδηγούσαν σε αξιοπρόσεκτη παραμόρφωση που να επηρεάζει την εμπορευσιμότητα των ψαριών, ή βαριές "heavy" (C), αν οδηγούσαν σε μη εμπορεύσιμα ψάρια.

τέλος του δεύτερου χρόνου ζωής τους, τα ψάρια διατηρήθηκαν σε πανομοιότυπες δεξαμενές κάτω από συνθήκες φυσικής φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών στην Κρήτη. Η εμφάνιση σκελετικών δυσμορφιών εξετάστηκε με τη χρήση ακτινογραφών στο στάδιο των ιχθυδίων (160 ημερες) και με την παρατήρηση της εξωτερικής μορφολογίας κατά την εξαλίευση (715 ημερες). Η αναλογία φύλου των δύο πληθυσμών καθορίστηκε με ιστολογική εξέταση των γονάδων στο τέλος του πρώτου χρόνου (360 ημερες).

Η επίδραση της θερμοκρασίας στην αναλογία φύλου, παρουσία νηκτικής κύστης, σκελετικών δυσμορφιών και αύξησης εκτιμήθηκε με τη χρήση αναλύσεων διακύμανσης (ANOVA), που ακολούθηκαν από το Duncan's New Multiple Range (DNMR) test, όπου αυτό ήταν κατάλληλο. Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με στατιστικό λογισμικό (SuperANOVA, Abacus Concepts, U.S.A.) με ελάχιστο βαθμό σημαντικότητας $P < 0.05$ και όλα τα δεδομένα αναφέρονται ως μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα, εκτός εάν αναφέρεται αλλιώς.

Αποτελέσματα

Η εκτροφή στους 15AC συντέλεσε σε σημαντική μείωση στην ανάπτυξη (ANOVA, $P < 0.01$), η οποία διατηρήθηκε μέχρι το τέλος του πρώτου χρόνου (Εικόνα 1). Κατά τη διάρκεια του δεύτερου χρόνου, τα ψάρια που εκτράφηκαν αρχικά στους 15AC αναπτύχθηκαν σημαντικά καλύτερα, και στο τέλος της πειραματικής περιόδου δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στο βάρος των ψαριών που εκτράφηκαν στους 15 ή στους 20AC. Το μέσο ποσοστό θηλυκών των πληθυσμών που εκτράφηκαν στους 15AC ήταν σημαντικά υψηλότερο (ANOVA, $P < 0.01$) από αυτό των ψαριών που εκτράφηκαν στους 20AC (Πίνακας 1). Επίσης, σε αυτό τον πληθυσμό υπήρξε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό ψαριών με σκελετικές δυσμορφίες (Εικόνα 2). Στο τέλος του πειράματος, εξωτερικά ορατές δυσμορφίες ήταν απούσες σε ψάρια που αρχικά εκτράφηκαν στους 15AC, ενώ βαριάς μορφής δυσμορφίες (που κάνουν το ψάρι μη εμπορεύσιμο) ήταν σημαντικές σε ψάρια που εκτράφηκαν στους 20AC (Πίνακας 1, Εικόνα 3). Όσον αφορά το βάρος των ψαριών στις διάφορες κατηγορίες, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά (ANOVA, DNMR, $P < 0.05$) μεταξύ ψαριών με διαφορετικό βαθμό σκελετικών δυσμορφιών (Εικόνα 4).

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη επιδεικνύει ότι η αρχική μείωση της ανάπτυξης που προκύπτει από την εκτροφή του λαβρακιού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά τη νυμφική εκτροφή, αντισταθμίζεται κατά τη διάρκεια του δεύτερου χρόνου από τη γρηγορότερη ανάπτυξη των θηλυκών, τα οποία αποτελούν το σημαντικότερο ποσοστό του πληθυσμού των 15AC. Η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει επίσης πρόσφατες μελέτες που αναφέρουν ότι η υψηλή (20AC) αρχική θερμοκρασία εκτροφής μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σκελετικές δυσμορφίες σε νύμφες λαβρακιού (Sfakianakis et al., 2006; Georgakopoulou et al., 2007). Επιπλέον, επιδεικνύει ότι αυτές οι δυσμορφίες δεν οδηγούν σε σημαντικές θνησιμότητες και ένας μεγάλος αριθμός ψαριών με βαριάς μορφής δυσμορφίες μπορεί να βρεθεί κατά την εξαλίευση. Αυτά τα ψάρια μπόρεσαν να αναπτυχθούν με παρόμοιο τρόπο με τα κανονικά ψάρια ή με τα ψάρια με ήπιες δυσμορφίες, χρησιμοποιώντας έτοις χώρο και τροφή, αλλά χωρίς να είναι εμπορεύσιμα. Έτσι, αρχική εκτροφή σε χαμηλότερη θερμοκρασία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά κέρδη για τη βιομηχανία εκτροφής λαβρακιού, μέσω αυξήσεων στο ποσοστό των θηλυκών και μειώσεων στις σκελετικές ανωμαλίες.

Η μελέτη αυτή χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του προγράμματος PROBASS (Q5RS-2000-31365) του 5th Πλαισίου Προγράμματος.

Βιβλιογραφία

Georgakopoulou, E., Sfakianakis, D.G., Koutouki, S.,

Πίνακας 1. Επίδραση της θερμοκρασίας του νερού κατά την περίοδο από τη συλλογή των αυγών μέχρι την κάμψη της ουράς στην αναλογία φύλου, την παρουσία της νηκτικής κύστης και την εμφάνιση σκελετικών δυσμορφιών στο λαβράκι, που εκτιμήθηκε στις 160 και 715 ημέρες μετά την εκκόλαψη (ημε).

Η παρουσία σημαντικών διαφορών στις δύο ομάδες με τις διαφορετικές θερμοκρασίες (ANOVA, $n = 2$) δηλώνεται ως $** = P < 0.01$, $* = P < 0.05$ και $\mu\sigma$ = μη σημαντικό.

	Θερμοκρασία νερού 15°C	20°C	διαφορά
Θηλυκά (%)	78 ± 2	28 ± 1	**
Μη εμφάνιση νηκτικής κύστης (%)	1.5 ± 1.5	4.8 ± 3.2	$\mu\sigma$
Σκελετικές δυσμορφίες στις 160 ημε (%)	11.7 ± 0.2	64.8 ± 6.8	*
Σκελετικές δυσμορφίες στις 715 ημε (%) ¹			
Κανονικές	100	62.6 ± 6.3 a	**
Ήπιες	0	18.8 ± 9.3 b	n/a
Βαριάς μορφής	0	17.5 ± 1.9 b	n/a

¹ Οι σκελετικές δυσμορφίες καθορίστηκαν υποκειμενικά να είναι «ήπιες», αν δεν είχαν ως αποτέλεσμα αξιοπρόσεκτη παραμόρφωση που να επηρεάζει την πώληση των ψαριών, ή «βαριάς μορφής», αν είχαν ως αποτέλεσμα το ψάρι να μην είναι εμπορεύσιμο. Διαφορετικά λατινικά γράμματα δηλώνουν διαφορές ($P < 0.05$) στην εμφάνιση σκελετικών δυσμορφιών στην ομάδα των 20°C.