Ευζωία Μεσογειακών Ιχθύων

Οδηγός Καλών Πρακτικών και δείκτες εκτίμησης

ΕΛΟΠΥ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ
ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019

Μιχαήλ Παυλίδης
Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας,
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Αθανάσιος Σαμαράς
PhD, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής,
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ομάδα Εργασίας (με αλφαβητική σειρά)

Μάρκος Κολυγάς.
Κτηνίατρος, Υδροβιοπαθολόγος, DVM, BSc-Tech, MSc, PhD, Post-Doc

Λεωνίδας Παπαχαρίσης,
Ιχθυολόγος, MPhil

Μιχαήλ Παυλίδης,
Βιολόγος, Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Αθανάσιος Σαμαράς,
Βιολόγος, PhD, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ειρήνη Τσικοπούλου,
Βιολόγος, PhD, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Αθανάσιος Φρέντζος,
Ιχθυολόγος, MSc

Ευχαριστίες

Η επιμέλεια του κειμένου έγινε από την κ. Klarita Tusku, ενώ οι φωτογραφίες αποτελούν ευγενική παραχώρηση της κ. Γιούκικο Κροντηρά, Kefalonia Fisheries S.A.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή 6
Σκοπός και αντικείμενο του οδηγού 7
1 | Θεωρητικό πλαίσιο και επιστημονικές απόψεις για την ευζωία 8
1.1| Φιλοσοφικές απόψεις για την ευζωία 8
1.2| Επιστημονική έρευνα και ευζωία 9
1.3| Κανονιστικό πλαίσιο 10
1.4| Οι γνωσιακές λειτουργίες στα ψάρια 11
1.5| Δείκτες Ευζωίας 12
1.6| Σύνοψη 12
2 | Βιολογικές ανάγκες και καλή διαβίωση 13
2.1 | Ποιότητα νερού εκτροφής 13
2.2 | Διατροφή 13
2.3 | Πυκνότητα εκτροφής 15
2.4 | Διαστάσεις συστημάτων εκτροφής 16
2.5 | Υγιεινή και αποφυγή ασθενειών 17
2.6 | Συμπεριφορά και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις 17
2.7 | Σύνοψη 18
3 | Έμμεσοι (περιβαλλοντικοί) Δείκτες Ευζωίας 19
3.1 | Θερμοκρασία 19
3.2 | Αλατότητα 20
3.3 | Οξυγόνο 21
3.4 | pH 22
3.5 | Θολερότητα 23
3.6 | Πυκνότητα εκτροφής 23
3.7 | Φωτισμός 25
3.8 | Σύνοψη 26
4 | Βιολογικοί Δείκτες Ευζωίας 26
4.1 | Θνησιμότητα 26
4.2 | Υγεία 27
4.3 | Εξωτερική μορφολογία και τραυματισμοί 28
4.4 | Δυσμορφίες 29
4.5 | Διατροφή και όρεξη για θρέψη 30
4.6 | Σωματική Αύξηση 32
4.7 | Αναπνευστικός ρυθμός 32
4.8 | Ωρίμανση και ωοτοκία 33
4.9 | Δείκτες φυσιολογίας 35

5.10 | Συμπεριφορά 37
5.11 | Σύνοψη 38
5 | Επιχειρησιακοί και Εργαστηριακοί ΔείκτεςΕυζωίας 39
6 | Αναλυτική παρουσίαση Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής και τις διαχειριστικές πρακτικές 41
6.1 | Εκτίμηση Επιχειρησιακών Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής 41
6.1.1 | Γεννήτορες 41
6.1.2 | Προπάχυνση 45
6.1.3 | Πάχυνση 49
6.2 | Εκτίμηση Επιχειρησιακών Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές 53
6.2.1 | Συγχρωτισμό 53
6.2.2 | Μεταφορά 56
6.2.3 | Διαλογή 58
6.2.4 | Δειγματοληψία για τον έλεγχο βάρους-υγείας 60
6.2.5 | Εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών 62
6.2.6 | Διατροφή 65
6.2.7 | Εργασίες συντήρησης δεξαμενών και κλωβών 67
6.2.8 | Εξαλίευση-θανάτωση 68
6.2.9 | Σύνοψη 71
Βιβλιογραφία 72

Εισαγωγή

Τα ψάρια είναι η πολυπληθέστερη και η πλέον ποικιλόμορφη ομάδα σπονδυλοζώων. Με πάνω από 33.000 είδη εξαπλώνονται σε όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα, από τα ακραία περιβάλλοντα των πόλων έως τα τροπικά θερμά νερά, από το γλυκό νερό μέχρι κλειστές περιοχές με υψηλή αλατότητα και από αβαθείς υδατοσυλλογές μέχρι τα μεγάλα ωκεάνια βάθη. Εμφανίζουν αξιοσημείωτες μορφολογικές, φυσιολογικές και ηθολογικές προσαρμογές για να εξασφαλίσουν την επιβίωση και την επιτυχή διαβίωση σε ένα τρισδιάστατο, διαρκώς μεταβαλλόμενο, φυσικό περιβάλλον. Υπάρχουν είδη που ζουν σε περιβάλλοντα με μικρές διακυμάνσεις αλατότητας (στενόαλα) ή/και θερμοκρασίας (στενόθερμα) και άλλα που επιβιώνουν αποτελεσματικά σε μεγάλες (ευρύαλα, ευρύθερμα). Είδη που έχουν υψηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο (π.χ. πέστροφα, σολομός) και άλλα που είναι προσαρμοσμένα για τη διαβίωση σε νερά φτωχά σε οξυγόνο (π.χ. γατόψαρα, κυπρινοειδή). Τέλος, είδη που ζουν μοναχικά και άλλα που σχηματίζουν κοπάδια αποτελούμενα από μεγάλο αριθμό ατόμων.

Τα ψάρια αποτελούν μια σημαντική τροφή υψηλής διατροφικής αξίας για δισεκατομμύρια ανθρώπους, η οποία καλύπτεται τόσο από την αλιεία όσο και από την ιχθυοκαλλιέργεια. Η συνεισφορά της αλιείας στην παγκόσμια παραγωγή ιχθυηρών παραμένει στάσιμη από τα τέλη της δεκαετίας του '80, ενώ αντίθετα η υδατοκαλλιέργεια εμφανίζει ανοδική πορεία, φτάνοντας το 2016 να καλύπτει το 47% της συνολικής παραγωγής (http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture). Στην Ευρώπη, η ιχθυοκαλλιέργεια αντιστοιχεί στο 20% της συνολικής παραγωγής ψαριών και αποτελεί μια πολύ σημαντική οικονομική δραστηριότητα στην οποία απασχολούνται περίπου 85.000 εργαζόμενοι (http://feap.info/). Στην Ελλάδα η εκτροφή Μεσογειακών θαλασσινών ψαριών αποτελεί, εδώ και τρεις δεκαετίες, έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους ζωικής παραγωγής, με δυνατότητες περαιτέρω αύξησης. Σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση του Συνδέσμου Ελληνικών Θαλασσοκαλιεργειών, η Ελληνική παραγωγή ήδη αντιπροσωπεύει το 61% της παραγωγής τσιπούρας και λαβρακιού στην Ε.Ε. και σχεδόν το 30% της διεθνούς παραγωγής, με διανομή σε περισσότερες από 32 χώρες (ΣΕΘ, 2018). Το 62% της συνολικής εγχώριας παραγωγής αλιευτικών προϊόντων προέρχεται από την υδατοκαλλιέργεια, έναν σημαντικό κλάδο της πρωτογενούς παραγωγής που δημιουργεί 12.000 θέσεις άμεσης και έμμεσης εργασίας κυρίως σε παράκτιες ή απομακρυσμένες περιοχές (ΣΕΘ, 2018, van de Vis *et al.*, 2017).

Σε αντίθεση με άλλα παραγωγικά ζώα, η επιστημονική ενασχόληση και το ενδιαφέρον των πολιτών για τα θέματα ευζωίας των εκτρεφόμενων ειδών ψαριών ξεκίνησε σχετικά πρόσφατα (Huntingford et al., 2006). Σήμερα η ευζωία των ψαριών αποτελεί μια σημαντική προτεραιότητα τόσο για τους παραγωγούς και τους επαγγελματίες που εμπλέκονται στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας όσο και για την επιστημονική κοινότητα, τους καταναλωτές, τις ΜΚΟ, τις ρυθμιστικές αρχές και την πολιτεία.

Οι παραγωγοί έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ευζωία των ζώων που εκτρέφουν. Αναπτύσσουν και υιοθετούν πρακτικές και τεχνολογίες που οδηγούν στην αξιολόγηση της κατάστασης των ψαριών, στην παρακολούθηση της απόδοσής τους και στη βελτίωση της ευζωίας τους. Από την άλλη, διαχειριστικές και ρυθμιστικές αρχές, καθώς και ανεξάρτητοι οργανισμοί αναπτύσσουν πρότυπα και πιστοποιημένα σχήματα ευζωίας για συγκεκριμένα είδη εκτρεφόμενων ψαριών. Τα δεδομένα αυτά δημιουργούν νέες προκλήσεις για τον κλάδο, συμπεριλαμβανομένης της σωστής ενημέρωσης με βάση τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις και το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο.

Στο πλαίσιο αυτό, οι ιχθυοκαλλιεργητές επιθυμούν την ενσωμάτωση αποδεκτών και αξιόπιστων δεικτών ευζωίας στην παραγωγική διαδικασία. Επιθυμούν την ενσωμάτωση, στην καθημερινή φροντίδα του αποθέματος, διαχειριστικών πρακτικών που βελτιώνουν την ευζωία και την ευρωστία των ψαριών. Αυτό όμως αποτελεί από μόνο του μια πρόκληση, καθώς η έννοια της ευζωίας είναι πολύπλοκη, έχει μια υποκειμενική διάσταση για το άτομο που τη βιώνει και τροποποιείται με βάση τις σύγχρονες επιστημονικές και φιλοσοφικές απόψεις. Αλλά και η αντικειμενική «μέτρησή» της αποτελεί πρόκληση, καθώς οι διαθέσιμοι δείκτες αξιολόγησης της ευζωίας μπορεί να μην είναι κατάλληλοι για όλα τα εκτρεφόμενα είδη ψαριών ή/και να μην μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής

και σε όλα τα συστήματα παραγωγής. Στην περίπτωση των ψαριών υπάρχει και η επιπλέον δυσκολία της παρακολούθησης και καταγραφής της κατάστασης των μεμονωμένων ατόμων μέσα σε ένα μεγάλο κοπάδι το οποίο κινείται μέσα σε έναν τρισδιάστατο χώρο. Τέλος, μία άλλη δυσκολία είναι και η απουσία τιμών αναφοράς για αιματολογικούς, βιοχημικούς και ορμονικούς εργαστηριακούς δείκτες ευζωίας.

Για την εκτίμηση της ευζωίας έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένοι μετρήσιμοι *δείκτες ευζωίας* (Welfare Indicators, *WIs*). Οι δείκτες αυτοί μπορούν να διακριθούν σε *άμεσους* (που έχουν σχέση με το ψάρι) ή σε *έμμεσους* (που σχετίζονται με το περιβάλλον ή την τεχνολογία εκτροφής και διαχείρισης). Επίσης, διακρίνονται στους *Επιχειρησιακούς Δείκτες Ευζωίας* (Operational Welfare Indicators, *OWIs*), δηλαδή σε αυτούς που μπορούν να εφαρμοστούν στη μονάδα εκτροφής και στις διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, και στους *Εργαστηριακούς Δείκτες Ευζωίας* (Laboratory-based Welfare Indicators, *LBWIs)*, οι οποίοι βασίζονται σε δείγματα που λαμβάνονται από τα ψάρια της μονάδας εκτροφής και αποστέλλονται για ανάλυση σε εξειδικευμένα εργαστήρια. Τέλος, υπάρχουν και δείκτες που αναπτύσσονται προς το παρόν σε ερευνητικό επίπεδο και μπορεί στο μέλλον να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία.

Σκοπός και αντικείμενο του οδηγού

Ο κύριος *σκοπός* είναι η σύνταξη ενός επιχειρησιακού οδηγού για τους εργαζόμενους και απασχολούμενους στις θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες, για την πραγματοποίηση εργασιών σύμφωνα με τις σύγχρονες επιστημονικές γνώσεις για την ευζωία των εκτρεφόμενων ιχθύων και την πολύχρονη τεχνογνωσία εκτροφής.

Το πεδίο εφαρμογής του οδηγού αυτού είναι ο κύκλος παραγωγής του *λαβρακιού* και της *τσιπούρας*, των δυο κύριων δηλαδή ειδών της Μεσογειακής Ιχθυοκαλλιέργειας. Σε κάθε ένα από τα επιμέρους στάδια παραγωγής και για κάθε κύρια δραστηριότητα θα περιγραφούν οι πρακτικές για τον περιορισμό της καταπόνησης των ιχθύων και τη βελτίωση της ευζωίας. Ο οδηγός θα περιγράψει τις βέλτιστες για τη μείωση της καταπόνησης πρακτικές και θα ονομάσει τους Επιχειρησιακούς Δείκτες Ευζωίας, συνδέοντάς τους με τις εργασίες που γίνονται σε παραγωγικές εγκαταστάσεις. Επίσης, θα αναφερθούν μετρήσιμοι Εργαστηριακοί Δείκτες Ευζωίας, ως επιβεβαίωση της επίδρασης των ακολουθούμενων ορθών πρακτικών. Τα επιμέρους στάδια/δραστηριότητες της παραγωγής στα οποία αναφέρεται ο οδηγός είναι:

Φάσεις	Διαδικασίες
❖ Διαχείριση Γεννητόρων	❖ Διαλογή
❖ Προπάχυνση	❖ Δειγματοληψία για τον έλεγχο βάρους-υγείας
❖ Μεταφορά Ιχθυδίων	❖ Εφαρμογή Κτηνιατρικών Θεραπειών
❖ Πάχυνση	❖ Καταδυτικές Εργασίες
❖ Αλίευση	❖ Διατροφή

Τα κύρια αντικείμενα του οδηγού είναι:

1. Σύντομη περιγραφή των σύγχρονων επιστημονικών δεδομένων και ηθικών απόψεων για την ευζωία των ζώων.
2. Περιγραφή των αναγκών του λαβρακιού και της τσιπούρας στις διαφορετικές φάσεις παραγωγής (κύκλος ζωής) σε συνάρτηση με τη βελτίωση της ευζωίας τους.
3. Περιγραφή των Επιχειρησιακών και Εργαστηριακών Δεικτών Ευζωίας με αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του κάθε δείκτη.
4. Αξιολόγηση των δεικτών ευζωίας σε συνάρτηση με το σύστημα, τη φάση της παραγωγής και τις χρησιμοποιούμενες διαχειριστικές πρακτικές.
5. Ενίσχυση των πρακτικών που οδηγούν στη βελτίωση της ευζωίας των ψαριών.

6. Παραγωγή υλικού για την περαιτέρω κατάρτιση των απασχολούμενων στον κλάδο των υδατοκαλλιεργειών σε θέματα ευζωίας.

Ο οδηγός αυτός βασίστηκε στη μελέτη της σχετικής επιστημονικής βιβλιογραφίας, σε εκδόσεις διεθνών οργανισμών και σε μελέτες που έχουν δημοσιευθεί για άλλα εκτρεφόμενα είδη ψαριών (Noble *et al.*, 2018). Αποτελεί την πρώτη απόπειρα στον Ελληνικό χώρο και φιλοδοξεί να αποτελέσει μια ανοικτή διαδικασία ανατροφοδότησης για την περαιτέρω βελτίωσή του. Μιας διαδικασίας που μπορεί να καταλήξει στην ανάπτυξη δεικτών ευζωίας για το λαβράκι και την τσιπούρα αποδεκτών τόσο από τους παραγωγούς όσο και από τις ρυθμιστικές αρχές και τους καταναλωτές.

1 | Θεωρητικό πλαίσιο και επιστημονικές απόψεις για την ευζωία

Η ευαισθητοποίηση της κοινωνίας για την ορθή μεταχείριση και την ευζωία των εκτρεφόμενων θηλαστικών και πτηνών, τουλάχιστον στον λεγόμενο Δυτικό κόσμο, είναι δεδομένη. Από την άλλη, οι παραγωγοί γνωρίζουν καλά ότι οι συνθήκες εκτροφής των ζώων επηρεάζουν καθοριστικά την ποιότητα του παραγόμενου κρέατος. Στα πλαίσια αυτά έχουν αναπτυχθεί κανόνες ορθής πρακτικής και κανονιστικά πλαίσια που αφορούν στην καλύτερη δυνατή φροντίδα των χερσαίων ζώων εκτροφής κατά τη διάρκεια της εκτροφής και κατά τη μεταφορά τους στα σφαγεία. Τέλος, έχουν αναπτυχθεί ενδεδειγμένοι ανθρωπιστικοί-φιλεύσπλαχνοι (humane) τρόποι θανάτωσης.

Σε αντίθεση με τα άλλα παραγωγικά ζώα, η επιστημονική ενασχόληση και το ενδιαφέρον των πολιτών για τα θέματα ευζωίας των εκτρεφόμενων ειδών ψαριών ξεκίνησε σχετικά πρόσφατα (Huntingford et al., 2006). Σήμερα, η ευζωία των ψαριών αποτελεί μια σημαντική προτεραιότητα τόσο για τους παραγωγούς και τους επαγγελματίες που εμπλέκονται στον κλάδο της ιχθυοκαλλιέργειας όσο και για την επιστημονική κοινότητα, τους καταναλωτές, τις ΜΚΟ, τις ρυθμιστικές αρχές και την πολιτεία.

Οι απόψεις για την ευζωία ποικίλουν και πολλές φορές οδηγούν σε έντονες αντιπαραθέσεις στην κοινή γνώμη. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα αποδεκτό, αν κατανοήσουμε ότι η έννοια της ευζωίας έχει φιλοσοφικές, επιστημονικές και νομικές διαστάσεις, στις οποίες θα αναφερθούμε συνοπτικά στη συνέχεια του οδηγού.

1.1 | Φιλοσοφικές απόψεις για την ευζωία

Τα δύο βασικά φιλοσοφικά ρεύματα που κυριαρχούν στη συζήτηση για την ευζωία είναι ο ωφελιμισμός (συνεπειοκρατία) και η δεοντολογία (Rachels and Rachels, 2010). Οι ωφελιμιστές υποστηρίζουν ότι ο άνθρωπος πρέπει να πράττει εκείνο που θα προκαλέσει τη μεγαλύτερη δυνατή ευδαιμονία (ευτυχία) στον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, καθώς ο άνθρωπος είναι ένα ον που έχει την ικανότητα να αισθάνεται πόνο, απόλαυση και χαρά. Ο ωφελιμισμός δίνει έμφαση στις συνέπειες ή τα αποτελέσματα των πράξεών μας. Η σωστή πράξη είναι αυτή που τείνει να μεγιστοποιεί την ωφέλεια. Σύμφωνα με τον Peter Singer (1975), κύριο εκπρόσωπο της ωφελιμιστικής παράδοσης στη σύγχρονη εποχή, τα ζώα εκείνα που διαθέτουν την ικανότητα του αισθάνεσθαι (ή συναισθησίας, sentience) αποτελούν υποκείμενα της ηθικής κοινότητας των ανθρώπων. Από την άλλη, η σχολή της δεοντολογίας θέτει εκ των προτέρων ηθικές αξίες και τοποθετεί την ηθικότητα μιας πράξης στην ίδια την πράξη. Η σχολή αυτή αποδίδει δικαιώματα στα όντα εκείνα που έχουν εγγενή αξία (inherent value). Σύμφωνα με τον Tom Regan (1983), σύγχρονο εκπρόσωπο της δεοντολογικής παράδοσης, ζώα με εγγενή αξία είναι

αυτά που έχουν αυτοσυνείδηση (self-consciousness), πεποιθήσεις (beliefs), επιθυμίες, σκοπούς και δυνατότητα να συλλάβουν το μέλλον.

Ανεξάρτητα όμως από τις ηθικές θεωρίες και τις φιλοσοφικές τους καταβολές, το κύριο ζήτημα είναι το «αν ο άνθρωπος αναγνωρίζει ηθικές υποχρεώσεις απέναντι στα ζώα και το αν είναι διατεθειμένος να τις εφαρμόσει» (Χαζίρογλου, 2018). Το πώς όμως ο κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται την έννοια της ευζωίας στην καθημερινή του ζωή έχει να κάνει με τις προσωπικές του αξίες, τα προσωπικά του συμφέροντα και τις αξίες της κοινωνίας μέσα στην οποία ζει. Σε γενικές γραμμές, οι απόψεις κινούνται σε τρεις κατευθύνσεις (Fraser, 2008; Vapnek and Chapman, 2011). Η πρώτη (λειτουργική-φυσιολογική προσέγγιση) ταυτίζει την ευζωία με την καλή υγεία του ζώου (απουσία τραυματισμών, εκδορών και ασθενειών) και τη σωστή λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών του. Η δεύτερη (συναισθηματοκρατική προσέγγιση) δίνει έμφαση στα συναισθήματα του ζώου και στην αποφυγή αρνητικών καταστάσεων, όπως ο πόνος, ο φόβος, το στρες, το άγχος και η πείνα. Η τρίτη αντίληψη (φυσιοκρατική προσέγγιση) αναφέρεται κυρίως στην ανάγκη εκδήλωσης της εγγενούς-φυσικής συμπεριφοράς του, όπως αυτή εκφράζεται μέσα στο φυσικό του περιβάλλον (η αντίληψη αυτή είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στις χώρες εκείνες όπου επικρατεί η υπερ-εντατική εκτροφή των παραγωγικών ζώων).

1.2 | Επιστημονική έρευνα και ευζωία

Η έρευνα για την ευζωία των ζώων που χρησιμοποιούνται για επιστημονικούς και παραγωγικούς σκοπούς είναι διεπιστημονική και περιλαμβάνει μια σειρά από επιστημονικούς κλάδους, όπως γενετική, μοριακή βιολογία και βιομοριακή ανάλυση υψηλής-απόδοσης (-ομικές τεχνολογίες), φυσιολογία και νευρο-ενδοκρινολογία της καταπόνησης (stress), διατροφή, ηθολογία, παθολογία, πρόληψη και αντιμετώπιση ασθενειών. Αποσκοπεί στην καλύτερη γνώση της λειτουργίας, των αναγκών και των επιθυμιών των ζώων, στην ανάπτυξη αξιόπιστων δεικτών ευζωίας και στη βελτίωση των συνθηκών εκτροφής. Φιλοδοξεί να απαντήσει σε ερωτήματα που σχετίζονται με τον πόνο, το άγχος, το φόβο, την συναισθησία (sentience), την ενσυναίσθηση (empathy) και τη συνείδηση (consciousness). Περιλαμβάνει επίσης όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του οργανισμού και τις διαφορετικές φάσεις της παραγωγής, σε συνάρτηση με την τεχνολογία και το σύστημα εκτροφής. Ιστορικά, η έρευνα αυτή αφορά κατά κύριο λόγο θηλαστικά και πτηνά και σχετικά πρόσφατα επεκτείνεται και στα ψάρια.

Η αλήθεια είναι ότι μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποιος κοινά αποδεκτός ορισμός για την ευζωία των ζώων (animal welfare). Επίσης, αξίζει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει μια κοινώς αποδεκτή απόδοση του όρου στην Ελληνική γλώσσα. Συχνά χρησιμοποιείται ως συνώνυμος της ορθής μεταχείρισης, της απουσίας στρες, φόβου και άγχους, της καλής υγείας, της καλής διαβίωσης, της καλής ποιότητας ζωής, της ευημερίας. Στον οδηγό αυτό θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο ευζωία όπως αποδίδεται στην Ελληνική νομοθεσία και όπως ορίσθηκε από τον Broom (1986) και υιοθετήθηκε στη διευρυμένη εκδοχή του (για τα χερσαία ζώα) από τον Παγκόσμιο Οργανισμό για την Υγεία των Ζώων (World Organisation for Animal Health, OIE, 2008):

«Ευζωία είναι η κατάσταση ενός ζώου σε συνάρτηση με την ικανότητά του να αντεπεξέρχεται στις συνθήκες στις οποίες ζει. Ένα ζώο έχει ένα καλό επίπεδο ευζωίας, όταν (σύμφωνα με τις επιστημονικές ενδείξεις) είναι υγιές, σιτίζεται ορθά, αισθάνεται άνεση και ασφάλεια, είναι ικανό να εκφράσει την εγγενή συμπεριφορά του και δεν υποφέρει από δυσάρεστες καταστάσεις, όπως πόνο, φόβο ή αγωνία».

Η επίτευξη της ευζωίας απαιτεί την παροχή κατάλληλων συνθηκών εκτροφής, την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για την πρόληψη των ασθενειών και την αποτελεσματική κτηνιατρική αντιμετώπισή τους, ορθές διαχειριστικές πρακτικές και χειρισμούς, καθώς και ανθρωπιστικό (humane) τρόπο θανάτωσης.

1.3 | Κανονιστικό πλαίσιο

Ο πρώτος νόμος που αφορά στην πρόληψη της κακομεταχείρισης παραγωγικών ζώων ψηφίστηκε το 1822 στο κοινοβούλιο του Ηνωμένου Βασιλείου («Νόμος για την πρόληψη της σκληρότητας και της κακομεταχείρισης των βοοειδών»). Ο Νόμος αυτός είναι γνωστός και ως Νόμος του Martin, από το όνομα του Ιρλανδού βουλευτή που τον εισήγαγε αλλά και ιδρυτή του πρώτου οργανισμού για την ευζωία των ζώων («Βασιλική Εταιρεία για την Πρόληψη της Σκληρότητας Απέναντι στα Ζώα», RSPCA) το 1824 (https://en.wikipedia.org/wiki/Cruel_Treatment_of_ Cattle_ Act_1822). Στη συνέχεια ακολούθησαν νόμοι και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Το 1978 υπογράφηκε στο Παρίσι η «Οικουμενική διακήρυξη των Δικαιωμάτων των Ζώων», ένα συμβολικό κείμενο, που, εκτός των άλλων, διακηρύσσει ότι: «Τα ζώα που εκτρέφονται για τη διατροφή του ανθρώπου πρέπει να στεγάζονται, να τρέφονται, να μετακινούνται και να θανατώνονται χωρίς πρόκληση πόνου και αγωνίας» (Άρθρο 9).

Το 2001 δημοσιεύθηκε στην Ελλάδα το ΠΔ 374 για την «Προστασία των ζώων στα εκτροφεία», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/58/Ε.Κ. του συμβουλίου και σε εκτέλεση της Απόφασης 2000/50/Ε.Κ. της Επιτροπής «για την προστασία των ζώων στα εκτροφεία» (Α' 251). Το διάταγμα αυτό αφορά και στα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων (Άρθρο 2), αλλά ειδικές διατάξεις για τις συνθήκες και τις διαδικασίες εκτροφής παρατίθενται μόνο για τα βοοειδή, τους χοίρους και τις ωοπαραγωγές όρνιθες (Άρθρο 4 & Παράρτημα).

Η Συνθήκη της Λισσαβόνας, η οποία υπογράφηκε το 2007, αναγνώρισε ως «ευαίσθητα όντα» τα ζώα που χρησιμοποιούνται για επιστημονικούς και παραγωγικούς σκοπούς και κάλεσε τα κράτη μέλη να προσαρμόσουν τη νομοθεσία τους σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο άρθρο 13 («Κατά τη διαμόρφωση και την εφαρμογή της πολιτικής της Ένωσης στους τομείς της γεωργίας, της αλιείας, των μεταφορών, της εσωτερικής αγοράς, της έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης και του διαστήματος, η Ένωση και τα κράτη μέλη λαμβάνουν πλήρως υπόψη τους τις απαιτήσεις καλής διαβίωσης των ζώων ως ευαίσθητων όντων τηρώντας ταυτοχρόνως τις νομοθετικές ή διοικητικές διατάξεις και τα έθιμα των κρατών μελών που αφορούν ιδίως τα θρησκευτικά τυπικά, τις πολιτιστικές παραδόσεις και την κατά τόπους πολιτιστική κληρονομιά») (http://www2.parliament.cy/parliamentgr/101/ codified% 2030% 20march%202010.pdf).

Το 2005 δημοσιεύθηκε ο κανονισμός του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 1/2005 για την «προστασία των ζώων κατά τη μεταφορά» και το 2009 ο κανονισμός 1099/2009 για την «προστασία των ζώων κατά τη θανάτωσή τους». Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν και στα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων. Όμως στον μεν πρώτο δεν αναφέρονται ιδιαίτερες οδηγίες για τα ψάρια, στο δε δεύτερο αναφέρεται ότι: «όσον αφορά τα ψάρια, εφαρμόζονται μόνον οι απαιτήσεις του άρθρου 3 παράγραφος 1», δηλαδή η γενική διατύπωση ότι: «Τα ζώα προφυλάσσονται από κάθε είδους πόνο, αγωνία ή ταλαιπωρία που μπορεί να αποφευχθεί, κατά τη θανάτωση και τις σχετικές εργασίες», καθώς επίσης στο άρθρο 27 αναφέρεται ότι: «*μέχρις ότου θεσπιστούν τα μέτρα αυτά (αναφερόμενο σε μέτρα προστασίας των ψαριών κατά τη θανάτωσή τους), τα κράτη μέλη μπορούν να διατηρούν ή να θεσπίζουν εθνικούς κανόνες για την προστασία των ψαριών κατά τη σφαγή ή τη θανάτωσή τους και να ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή*». Το 2017 δημοσιεύθηκε, μετά από ανάθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, μία μελέτη για την ευζωία των εκτρεφόμενων ψαριών σε συνάρτηση με κοινές πρακτικές κατά τη διαδικασία της μεταφοράς και της εξαλίευσης. Το κείμενο αυτό αφορούσε πέντε εμπορικά είδη (σολομός, πέστροφα, κοινός κυπρίνος, λαβράκι, τσιπούρα), χωρίς όμως η εφαρμογή του να είναι νομικά δεσμευτική (van de Vis *et al.*, 2017).

Το 2013 δημοσιεύθηκε το π.δ.αρ.56 για την προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στην Οδηγία 2010/63/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου «σχετικά με την προστασία των ζώων που χρησιμοποιούνται για επιστημονικούς σκοπούς» (Α' 106). Στο διάταγμα αυτό αναφέρεται για πρώτη φορά και το ψάρι zebrafish (*Danio rerio*), οργανισμός πρότυπο για τη βιοϊατρική έρευνα. Επίσης, περιλαμβάνει και τα εμπορικά είδη ψαριών, όταν χρησιμοποιούνται ως ζώα για επιστημονικούς σκοπούς. Το διάταγμα δεν εφαρμόζεται σε πρακτικές που ακολουθούνται για σκοπούς αναγνωρισμένης ζωικής παραγωγής.

1.4 | Οι γνωσιακές λειτουργίες στα ψάρια

Τα ψάρια διαθέτουν τις ανατομικές δομές, τα οργανικά συστήματα και τις γνωσιακές (γνωστικές, *cognitive*) λειτουργίες για να αντιλαμβάνονται άτομα του ίδιου είδους, άλλα είδη και το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν. Διαθέτουν κεντρικό και αυτόνομο νευρικό σύστημα, ανεπτυγμένο ενδοκρινικό και αισθητικό σύστημα, ικανότητα μάθησης, μνήμης, κωδικοποίησης του χώρου, αναγνώρισης ατόμων του ίδιου είδους, σύνθετων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και χρήσης εργαλείων (Brown, 2015). Αρκετά είδη ψαριών, εκτός από την αντίληψη εικόνων, χρωμάτων, ήχων, γεύσεων και οσμών, διαθέτουν ικανότητες αντίληψης της πηγής των δονήσεων (πλευρική γραμμή και ωτόλιθοι) και του μαγνητικού ή του ηλεκτρικού πεδίου. Επίσης, υπάρχουν είδη που παράγουν ήχους και άλλα που διαθέτουν φωτοπαραγωγά ή ηλεκτροπαραγωγά όργανα.

Τα ψάρια είναι ικανά να αντιδρούν σε δυσμενή ερεθίσματα με έναν μηχανισμό παρόμοιο με αυτόν των θηλαστικών και του ανθρώπου. Σε καταστάσεις στρες ο εγκέφαλος των τελεόστεων παράγει ενδοκρινικούς παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στο χρωμιόφιλο και στο μεσονεφρικό ιστό (δομές αντίστοιχες με τον μυελό και τον φλοιό των επινεφριδίων των θηλαστικών), για την παραγωγή των κατεχολαμινών (νοραδρεναλίνη και αδρεναλίνη) και της κορτιζόλης. Αυτή είναι η λεγόμενη πρωτογενής απόκριση στο στρες (αντίδραση πάλης ή φυγής), η οποία στη συνέχεια πυροδοτεί περαιτέρω μεταβολικές, ανοσολογικές και ηθολογικές αποκρίσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η ικανότητα ξεκινά από τα πρώτα αναπτυξιακά στάδια (άνοιγμα του στόματος) στην τσιπούρα και στο λαβράκι (Szisch *et al*., 2005; Tsalafouta *et al*., 2015a, 2015b, 2018). Είναι πλέον αποδεκτό ότι τα ψάρια εκφράζουν γενομικές, φυσιολογικές, νευρο-ενδοκρινικές και συμπεριφορικές αποκρίσεις παρόμοιες με αυτές που εκδηλώνουν τα θηλαστικά σε καταστάσεις στρες, φόβου και άγχους (Wendelaar Bonga, 1997; Tort *et al*., 2011; Stewart *et al*., 2012; Tort *et al*., 2014; Balasch and Tort, 2019). Ως χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων συμπεριφορικών αποκρίσεων αναφέρονται η αύξηση του αναπνευστικού ρυθμού (αύξηση των κτύπων του βράγχιο-επικαλυμματικού οστού), η συμπεριφορά «παγώματος», η παραμονή για αυξημένο χρόνο στον πυθμένα της δεξαμενής, η προτίμηση σκοτεινών περιοχών και η απώλεια συνοχής του κοπαδιού (Maximino *et al*., 2010; Martins *et al*., 2012; Stewart *et al*., 2012; Millot *et al*., 2014; Kleinhappel *et al*., 2019).

Όσον αφορά στην αλγαισθησία, οι περισσότεροι ερευνητές εκτιμούν ότι οι τελεόστεοι ιχθύες αντιλαμβάνονται τον πόνο. Διαθέτουν αλγοϋποδοχείς (*nociceptors*) οι οποίοι διεγείρονται από επώδυνα μηχανικά, θερμικά ή χημικά ερεθίσματα, κατάλληλες νευρικές αισθητικές ίνες (κυρίως του τύπου Αδ, οι οποίες μεταφέρουν με μεγαλύτερη ταχύτητα την πληροφορία του πόνου) για τη μεταφορά της νευρικής διέγερσης, νευροδιαβιβαστές και μεταβολίτες (που παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντίληψη του πόνου, της εγρήγορσης, της επιθυμίας αποφυγής, της ενίσχυσης και της επιβράβευσης) και αντιδρούν στη χορήγηση αναλγητικών (Sneddon *et al*., 2003; Ashley *et al*., 2007; Braithwaite, 2010; Sneddon, 2019). Υπάρχουν όμως και επιστήμονες που αμφισβητούν την ικανότητα των ψαριών να αισθάνονται πόνο (Rose, 2002; Rose *et al*., 2014; Key, 2016). Οι ερευνητές αυτοί βασίζουν τα επιχειρήματά τους κυρίως στη μικρή παρουσία (ή και πλήρη απουσία σε αρκετά είδη ψαριών) των αισθητικών ινών τύπου C (βραδείας αγωγής ίνες που μεταφέρουν τον πόνο και εξυπηρετούν απτικά ερεθίσματα, όπως την ήπια αφή και το ευχάριστο άγγιγμα), καθώς και στην απουσία του νεοφλοιού, εκείνης δηλαδή της περιοχής των θηλαστικών όπου εδράζονται οι ανώτερες γνωστικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας του πόνου. Ανεξάρτητα όμως από το αν οι τελεόστεοι αισθάνονται τον πόνο με τον ίδιο τρόπο που τον αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος, οι νομοθετικές αρχές της ΕΕ θεωρούν ότι τα ψάρια είναι συναισθητικά ζώα και κατά συνέπεια πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα, έτσι ώστε να εξαλείφεται ή να μειώνεται στο ελάχιστο κάθε πιθανός πόνος, αγωνία ή μόνιμη βλάβη που μπορεί να τους προκληθεί από τον άνθρωπο.

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, τα ψάρια έχουν την ικανότητα αξιολόγησης καταστάσεων, μάθησης και μνήμης, προσαρμογής και αλλαγής της συμπεριφοράς τους ανάλογα με τη γενετική τους προδιάθεση και τον τρόπο που αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους, αίσθησης του χώρου και του χρόνου, προσδοκίες για το μέλλον, αναγνώρισης μελών του ίδιου είδους καθώς και άλλων ειδών, συνεργασίας μέσα στο κοπάδι και εκδήλωσης κοινωνικών αλληλεπιδράσεων (Anthouard, 1987; Gómez-Laplaza and

Gerlai, 2011; Millot *et al.*, 2014; Vail *et al.*, 2014; Brown, 2015). Παρ' όλα αυτά, το ερώτημα του αν έχουν συνείδηση παραμένει ανοικτό. Αυτό είναι λογικό αν σκεφθεί κανείς ότι υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για τον ορισμό της, αλλά και ελάχιστα δεδομένα για το πως εξελίχθηκαν οι ανώτερες συνειδησιακές λειτουργίες στον άνθρωπο.

1.5 | Δείκτες Ευζωίας

Για την εκτίμηση της ευζωίας των ψαριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν *Δείκτες Ευζωίας*. Οι δείκτες αυτοί διακρίνονται σε:

(i) Έμμεσους ή περιβαλλοντικούς, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, όπως π.χ. ο κορεσμός του οξυγόνου ή η αλατότητα του νερού και
(ii) Βιολογικούς, όπου η πληροφορία αφορά στο ίδιο το ψάρι, για παράδειγμα η υγεία, η αύξηση και η όρεξή του για θρέψη.

Πέραν της διάκρισης αυτής, οι δείκτες διαχωρίζονται και σε:

(α) Επιχειρησιακούς, που μπορούν δηλαδή να εκτιμηθούν επί τόπου στη μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας και

(β) Εργαστηριακούς, που απαιτούν λήψη δειγμάτων από ειδικά καταρτισμένο προσωπικό και ανάλυσή τους από εξειδικευμένο απομακρυσμένο εργαστήριο.

Δείκτες Ευζωίας

Έμμεσοι	Βιολογικοί	Επιχειρησιακοί	Εργαστηριακοί
- Οξυγόνο	-Υγεία	- Οξυγόνο	- Υγεία
- Αλατότητα	- Διατροφή	- Διατροφή	- Κορτιζόλη
- Ιχθυοφόρτιση	- Συμπεριφορά	- Αύξηση	- Ωρίμανση

Πίνακας 1.1. Κατηγοριοποίηση δεικτών ευζωίας. Σε κάθε κατηγορία αναφέρονται χαρακτηριστικά παραδείγματα.

1.6 | Σύνοψη

- Τα ψάρια είναι η πολυπληθέστερη και η πλέον ποικιλόμορφη ομάδα σπονδυλοζώων. Με πάνω από 33.000 είδη εξαπλώνονται σε όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα, από τα ακραία περιβάλλοντα των πόλων έως τα τροπικά θερμά νερά, από το γλυκό νερό μέχρι κλειστές περιοχές με υψηλή αλατότητα και από αβαθείς υδατοσυλλογές μέχρι τα μεγάλα ωκεάνια βάθη.

- Διαθέτουν κεντρικό και αυτόνομο νευρικό σύστημα, ανεπτυγμένο ενδοκρινικό και αισθητικό σύστημα, ικανότητα μάθησης και μνήμης, κωδικοποίησης του χώρου, αναγνώρισης ατόμων του ίδιου ή άλλου είδους, συνεργασίας μέσα στο κοπάδι και εκδήλωσης σύνθετων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

- Ανεξάρτητα από το βαθμό συνείδησης και αίσθησης του πόνου, τα ψάρια είναι συναισθητικά ζώα και κατά συνέπεια πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα, έτσι ώστε να εξαλείφεται ή να μειώνεται στο ελάχιστο κάθε πιθανός πόνος, αγωνία ή μόνιμη βλάβη που μπορεί να τους προκληθεί από τον άνθρωπο

2 | Βιολογικές ανάγκες και καλή διαβίωση

2.1 | Ποιότητα νερού εκτροφής

Το λαβράκι και η τσιπούρα είναι ευρύθερμα και ευρύαλα είδη, ενώ εμφανίζουν ανοχή και σε ένα μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου. Το εύρος θερμοκρασιών επιβίωσης/ανοχής είναι 2-35°C για το λαβράκι (EFSA, 2008; Dülger et al., 2012) και 5-34°C για την τσιπούρα (EFSA, 2008). Η ανοχή εξαρτάται από την περίοδο εγκλιματισμού, και κατά συνέπεια σταδιακές μεταβολές θερμοκρασίας δε θεωρούνται στρεσογόνες, ενώ απότομες αλλαγές, ειδικά κοντά στα όρια ανοχής, μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ευζωία.

Το διαλυμένο οξυγόνο είναι μία παράμετρος που επηρεάζει την ευζωία, το μεταβολισμό, την ευρωστία και την απόδοση των ιχθύων. Αν και τα δύο είδη μελέτης θεωρούνται ανθεκτικά σε ένα μεγάλο εύρος κορεσμού οξυγόνου, η αναφορά του φορέα Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA, 2008) έθεσε ως κατευθυντήρια γραμμή ο κορεσμός του οξυγόνου στο νερό να μη βρίσκεται κάτω από 40%.

Αναφορικά με την αλατότητα, τόσο το λαβράκι όσο και η τσιπούρα θεωρούνται ευρύαλα είδη και συνεπώς σταδιακές αλλαγές δεν επιδρούν αρνητικά στην ευζωία των οργανισμών, αν και μπορεί να επηρεάσουν την απόδοσή τους, ενώ οι απότομες αλλαγές μπορεί να επιφέρουν αρνητική επίδραση.

Το pH του νερού, ιδίως κατά την εκτροφή σε κλωβούς στη θάλασσα, εμφανίζει πολύ μικρές διακυμάνσεις που δεν επιδρούν αρνητικά στην ευζωία των εκτρεφόμενων ιχθύων. Ειδικά για τα δύο είδη της μελέτης, οι κατευθυντήριες οδηγίες αναφέρουν ότι τιμές pH κάτω από 6.5 και πάνω από 8.5 αποτελούν κακές συνθήκες διαβίωσης (EFSA, 2008). Σε συνήθεις συνθήκες εκτροφής στη θάλασσα το εύρος του pH του νερού κυμαίνεται κοντά στο 8, ενώ οι διακυμάνσεις είναι περιορισμένες, μην προκαλώντας αρνητικές επιπτώσεις στην ευζωία των ιχθύων.

Η θολερότητα του νερού αναφέρεται στη διαύγειά του και επηρεάζεται από την ύπαρξη στερεών αιωρούμενων σωματιδίων αλλά και διαλυτών ουσιών. Συνήθως δεν αποτελεί πρόβλημα σε συνθήκες εκτροφής στη θάλασσα, ενώ η εμφάνιση θολερότητας στο νερό δεξαμενών μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την καλή διαβίωση των ψαριών, τόσο άμεσα όσο και έμμεσα (π.χ. σε συνάρτηση με αυξημένη βακτηριακή πυκνότητα), και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, ώστε να διαπιστωθούν τα αίτια.

2.2 | Διατροφή

Η σωστή θρέψη είναι πρώτιστης σημασίας για την ευζωία των ιχθύων. Σε συνθήκες εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας η ποσότητα της τροφής δεν αποτελεί συνήθως ανασταλτικό παράγοντα στην καλή διαβίωση των ζώων. Αυτό που μπορεί να έχει όμως αρνητικές επιπτώσεις στα ζώα είναι η ποιοτική σύσταση της τροφής και η διαχείριση της παροχής τροφής.

Κατά το νυμφικό στάδιο, μετά την κατανάλωση των αποθεμάτων του λεκιθικού σάκου, τόσο το λαβράκι

όσο και η τσιπούρα τρέφονται με ζωντανή τροφή. Η τροφή αυτή περιλαμβάνει και για τα δύο είδη εμπλουτισμένους ναύπλιους του καρκινοειδούς *Artemia sp.* και τροχοζώων *Brachionus sp.*, ενώ υπάρχουν πρωτόκολλα νυμφικής εκτροφής που περιλαμβάνουν επιπλέον την παροχή φυτοπλαγκτού (*Chlorella sp.*) [μέθοδος ψευδοπράσινου (pseudogreen) νερού] (Papandroulakis *et al.*, 2001). Για τη βελτίωση της επιβίωσης και της ανάπτυξης των νυμφών, οι τροφές αυτές εμπλουτίζονται με πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια και αμινοξέα. Εν συνεχεία, γίνεται σταδιακή μετατροπή από παροχή ζωντανής τροφής σε ξηρά εμπορική τροφή, η οποία αντικαθιστάται πλήρως από εμπορική τροφή περί τις 40-50 μέρες μετά την εκκόλαψη, αναλόγως του πρωτοκόλλου εκτροφής που χρησιμοποιείται.

Η σύνθεση και οι πρώτες ύλες των επιμέρους συστατικών της τροφής έχουν μεγάλη σημασία για την κάλυψη των βιολογικών αναγκών των ψαριών. Για παράδειγμα, έχει φανεί ότι η ισορροπία μεταξύ της ποσότητας πρωτεΐνης και της πέπτουσας ενέργειας της τροφής είναι σημαντικός παράγοντας για την αύξηση και την αποδοτική αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων (Kousoulaki *et al.*, 2015). Πέραν αυτού, η διατροφή είναι η μόνη πηγή συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών, όπως ορισμένα αμινοξέα, βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία, που δεν μπορούν να συνθέσουν τα ψάρια. Μεταβολή των ποσοτήτων των παρεχόμενων συστατικών μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στη φυσιολογική και ανοσολογική κατάσταση των ιχθύων (Sitjà-Bobadilla and Pérez-Sánchez, 1999; Azeredo *et al.*, 2017).

Εκτός της σύνθεσης και ποιότητας, σημαντική παράμετρος είναι και η διαχείριση της παροχής τροφής ως προς την ποσότητα και τη συχνότητα ταΐσματος. Έχει παρατηρηθεί πως η επιθετικότητα αυξάνεται στο λαβράκι και την τσιπούρα, ιδίως κατά τη διάρκεια του ταΐσματος, όταν τα ψάρια τρέφονται με χαμηλότερες της συνιστάμενης ποσότητας τροφής (Andrew *et al.*, 2004; Oikonomidou *et al.*, 2019) και όταν αυτή παρέχεται αποκλειστικά στην ίδια περιοχή της δεξαμενής. Η επιθετικότητα είναι εντονότερη στο λαβράκι απ' ότι στην τσιπούρα (Oikonomidou *et al.*, 2019).

Ως προς τη συχνότητα ταΐσματος, δύο είναι οι κύριοι διαχειριστικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ευζωία των ψαριών, ο καταμερισμός της παροχής τροφής μέσα στην ημέρα και η προγραμματισμένη ή τυχαία παροχή τροφής. Πρέπει, επομένως, να λαμβάνονται υπόψη ο ρυθμός πέψης και η διατροφική συμπεριφορά του κάθε είδους ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, τη φυσιολογική κατάσταση αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ώστε να εκτιμάται η βέλτιστη συχνότητα ταΐσματος –π.χ. μεταβολή της συχνότητας και ποσότητας το καλοκαίρι σε σχέση με τον χειμώνα. Τέλος, σημαντικό είναι το τάισμα να λαμβάνει χώρα υπό ένα σταθερό χρονικό πρόγραμμα, καθώς τα ψάρια σε αυτήν την περίπτωση γνωρίζουν το χρόνο παροχής της τροφής, ακολουθώντας ενδογενείς βιολογικούς ρυθμούς στη φυσιολογία και τη συμπεριφορά τους που ευνοούν τη βέλτιστη αξιοποίηση της τροφής (Sarà *et al.*, 2010; López-Olmeda *et al.*, 2012). Παροχή τροφής κατά τυχαίο τρόπο μέσα στην ημέρα μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των συγκεντρώσεων κορτιζόλης στο αίμα, καθώς επίσης σε έντονη δραστηριότητα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας σε σχέση με ψάρια που τρέφονται σε συγκεκριμένους χρόνους (Sánchez *et al.*, 2009).

Όσον αφορά στη διατροφή, μία σημαντική παράμετρος που μπορεί να επηρεάσει την ευζωία των ψαριών είναι οι περίοδοι νηστείας στις οποίες ενδέχεται να υπόκεινται τα ζώα πριν από χειρισμούς, όπως η μεταφορά και η εξαλίευση. Οι επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τέτοια διαστήματα χωρίς τροφή εξαρτώνται από τη διάρκεια της νηστείας, τη φυσιολογική κατάσταση των ψαριών και περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία. Το λαβράκι είναι ένα είδος που χαρακτηρίζεται από ανοχή σε περιόδους βραχυχρόνιας νηστείας, ενώ και μετά από μακροχρόνια νηστεία μπορεί να επανέλθει γρήγορα σε φυσιολογικά επίπεδα βάρους, όταν αρχίζει ξανά η παροχή τροφής (Rubio *et al.*, 2010; Chatzifotis *et al.*, 2011). Έτσι, η βραχυχρόνια νηστεία δε φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην επιβίωση, το βάρος και τη φυσιολογική κατάσταση των ψαριών (Rubio *et al.*, 2010; Caruso *et al.*, 2011). Σε περιπτώσεις, όμως, μακροχρόνιας νηστείας τα ψάρια χάνουν βάρος (Caruso *et al.*, 2011; Chatzifotis *et al.*, 2011), ενώ έχει παρατηρηθεί και αύξηση της συγκέντρωσης λυσοζύμης, ενός ανοσολογικού δείκτη του μη ειδικού ανοσοποιητικού συστήματος, στη βλέννα του δέρματος (Caruso *et al.*, 2011). Επαναφορά της παροχής τροφής οδηγεί αρχικά σε αυξημένη κατανάλωση (Aranda *et al.*, 2001; Rubio *et al.*, 2010), η οποία έχει ως τελικό αποτέλεσμα την επανάκαμψη του βάρους (Chatzifotis *et al.*, 2011).

Στην τσιπούρα ακόμα και βραχυχρόνια νηστεία (7 ημερών) μπορεί να οδηγήσει σε μείωση βάρους, κάτι που δεν παρατηρείται στο λαβράκι (Ferreira Pinto *et al.*, 2007; Peres *et al.*, 2011). Επιπλέον, είναι ένα είδος που δεν εμφανίζει ταχεία επαναφορά βάρους στα επίπεδα εκείνα των ψαριών που δεν έχουν υποστεί νηστεία (Eroldoóan *et al.*, 2006; Peres *et al.*, 2011; Skrzynska *et al.*, 2017), αν και έχει παρατηρηθεί υψηλότερος αυξητικός ρυθμός κατά την επανέναρξη του ταΐσματος (Bavóevió *et al.*, 2010). Το γεγονός αυτό τονίζει την ιδιαίτερη προσοχή που πρέπει να δίνεται κατά τις περιόδους νηστείας στην τσιπούρα, ώστε να μην υπόκεινται σε καταστάσεις μειωμένης ευζωίας.

2.3 | Πυκνότητα εκτροφής

Η πυκνότητα εκτροφής αποτελεί μία παράμετρο που μπορεί να επηρεάσει την ευζωία των ψαριών με έμμεσο κυρίως τρόπο, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας νερού ή/και να εμποδίσει την έκφραση κοινωνικών σχέσεων και συμπεριφορών που απαιτούνται για την καλή διαβίωση των ζώων. Ο συνήθης τρόπος έκφρασης της πυκνότητας είναι άτομα ανά λίτρο, κατά τη νυμφική εκτροφή, και βιομάζα στη μονάδα του όγκου (kg m^{-3}) στις μετέπειτα φάσεις της εκτροφής. Η γνώση σχετικά με τη βέλτιστη ιχθυοφόρτιση είναι μη επαρκής και συχνά οι πυκνότητες εκτροφής σε ιχθυοκλωβούς επιλέγονται εν μέρη εμπειρικά και κυμαίνονται μεταξύ 10-20 kg m^{-3} ή και περισσότερο (EFSA, 2008).

Παρ' όλα αυτά, η πυκνότητα εκτροφής είναι μία σημαντική παράμετρος που επιδρά στην ευζωία. Από τη νυμφική εκτροφή ακόμα έχουν παρατηρηθεί επιπτώσεις της ιχθυοφόρτισης στην απόδοση των ψαριών, όχι τόσο κατά τα πρώτα νυμφικά στάδια όσο στα μετέπειτα στάδια της νυμφικής εκτροφής. Έτσι, όταν συγκρίθηκαν πυκνότητες 20 και 200 ατόμων ανά λίτρο κατά το στάδιο των 14 ημερών μετά τη γονιμοποίηση (days post fertilization, dpf) (Saillant *et al.*, 2003) και 50, 100, 150 και 200 ατόμων ανά λίτρο μέχρι και τις 30 ημέρες μετά την εκκόλαψη (days post hatching, dph) (Hatziathanasiou *et al.*, 2002), δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην απόδοση των ψαριών. Κατά την 49η dpf, όμως, τα ψάρια σε ιχθυοφόρτιση 20 ατόμων ανά λίτρο είχαν μεγαλύτερο μήκος από αυτά των 200 ατόμων ανά λίτρο (Saillant *et al.*, 2003). Επιπλέον, εκτροφή σε πυκνότητες 5, 10, 15 και 20 ατόμων ανά λίτρο κατά το διάστημα 35-57 dph είχε σημαντική επίδραση στην επιβίωση και την απόδοση των ιχθυδίων (Hatziathanasiou *et al.*, 2002). Συγκεκριμένα, η επιβίωση ήταν μεγαλύτερη στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το σωματικό βάρος και η αύξηση ήταν μεγαλύτερα στη χαμηλή και υψηλη πυκνότητα (Hatziathanasiou *et al.*, 2002). Παρομοίως και στην τσιπούρα, χαμηλότερο ποσοστό σκελετικών ανωμαλιών έχει παρατηρηθεί σε εκτροφές με μικρότερη ιχθυοφόρτιση (16 έναντι 100 ατόμων ανά λίτρο) (Prestinicola *et al.*, 2013).

Οι περισσότερες μελέτες που εξετάζουν τις επιπτώσεις της αυξημένης ιχθυοφόρτισης στην απόδοση και τη φυσιολογική κατάσταση των ψαριών μετά τη νυμφική εκτροφή αφορούν σε χερσαίες εγκαταστάσεις και σε κλειστά ή ανοικτά κυκλώματα κυκλοφορίας νερού. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ιδίως κλειστών συστημάτων, είναι δύσκολο να διαχωριστεί η επίδραση της ιχθυοφόρτισης από αυτήν της αλλαγής της ποιότητας του νερού, και είναι λίγες οι μελέτες που έχουν καταφέρει να τις ξεχωρίσουν.

Έτσι, όταν μελετήθηκαν στο λαβράκι οι επιπτώσεις της αυξημένης ιχθυοφόρτισης (15, 30 και 45 kg m^{-3}) για ένα διάστημα 6 εβδομάδων, διατηρώντας την ποιότητα του νερού μέσω ανανέωσης, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο σωματικό βάρος ή σε φυσιολογικούς δείκτες, όπως η κορτιζόλη και η γλυκόζη, παρά μόνο αυξημένη συγκέντρωση ελεύθερων λιπαρών οξέων σε σχέση με τη χαμηλότερη πυκνότητα εκτροφής. Όταν όμως τα ψάρια εκτέθηκαν σε ένα επιπλέον συμβάν οξείας καταπόνησης, οι ομάδες στην υψηλή πυκνότητα εμφάνισαν μεγαλύτερη ευαισθησία, όπως αποτυπώθηκε με τις αυξημένες συγκεντρώσεις κορτιζόλης και λιπαρών οξεών στο αίμα (Di Marco *et al.*, 2008).

Στην τσιπούρα, διαφορετικές πυκνότητες εκτροφής (5, 10 και 20 kg m^{-3}) έδειξαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ειδικού ρυθμού αύξησης (SGR%) και της πυκνότητας μετά από 30 ή 62 ημέρες δοκιμασίας, τόσο σε νεαρά ψάρια μέσου βάρους ~10g (Sónchez-Muros *et al.*, 2017) όσο και σε άτομα μέσου βάρους ~270g μετά από 63 ημέρες (Araójo-Luna *et al.*, 2018). Το ίδιο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε και μεταξύ των ιχθυοφορτίσεων 15 και 30 kg m-3 με τσιπούρες μέσου βάρους ~320g (Carbonara *et al.*, 2019a). Στις μελέτες αυτές δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε αιματολογικούς δείκτες

(αιματοκρίτης, αιμοσφαιρίνη) και σε δείκτες φυσιολογίας (κορτιζόλη, γλυκόζη) μεταξύ των ψαριών στις διαφορετικές πυκνότητες εκτροφής.

Σε μελέτες που παράλληλα με την αύξηση της πυκνότητας παρατηρήθηκε και υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εκτροφής λόγω αυξημένης ιχθυοφόρτισης οι επιπτώσεις είναι ακόμα εντονότερες. Σε τέτοιους πειραματικούς σχεδιασμούς έχει φανεί πως η σωματική αύξηση και η πρόσληψη τροφής είναι χαμηλότερες σε υψηλές πυκνότητες εκτροφής στο λαβράκι (μέσου βάρους 72-180g), χωρίς παρ' όλα αυτά να αποτυπώνονται διαφορές σε δείκτες φυσιολογίας όπως η κορτιζόλη, η γλυκόζη και ο αιματοκρίτης (Person-Le Ruyet and Le Bayon, 2009; Sammouth *et al*., 2009; Santos *et al*., 2010). Από την άλλη, στην τσιπούρα, αυξημένη ιχθυοφόρτιση, συνοδευόμενη από υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εκτροφής, επιδρά στη φυσιολογία και την ευζωία των ψαριών με την εμφάνιση αυξημένων συγκεντρώσεων κορτιζόλης, γλυκόζης, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης (Montero *et al*., 1999; Sangiao-Alvarellos *et al*., 2005; Mancera *et al*., 2008; Arechavala-Lopez *et al*., 2019) σε ψάρια μέσου βάρους από 7 έως 400g. Υπάρχουν βέβαια και μελέτες που αναφέρουν ότι οι διαφορές αυτές παρατηρούνται μόνο σύντομα μετά την έναρξη της δοκιμασίας και στη συνέχεια εξομαλύνονται σε ένα διάστημα 2-7 ημερών (Tort *et al*., 1996; Rotllant *et al*., 2000a; Barton *et al*., 2005) από την έκθεση στις υψηλές ιχθυοφορτίσεις.

2.4 | Διαστάσεις συστημάτων εκτροφής

Το μέσο εκτροφής των ψαριών είναι ένας χώρος τριών διαστάσεων, οι παράμετροι του οποίου μπορεί να επηρεάζουν τις συνθήκες διαβίωσης των ψαριών. Η γνώση γύρω από την επίδραση των διαστάσεων των συστημάτων εκτροφής στην ευζωία των ψαριών είναι πολύ περιορισμένη. Για τα μεσογειακά καλλιεργούμενα είδη υπάρχουν λίγες αναφορές που αφορούν στο μέγεθος των δεξαμενών κατά τη νυμφική εκτροφή και μία μόνο στο λαβράκι για το μέγεθος των κλωβών κατά την καλλιέργεια στη θάλασσα. Έτσι, εκτροφή νυμφών σε δεξαμενές διαφορετικού όγκου, συγκεκριμένα 2.000, 500 και 40 λίτρων, με ίδιες πυκνότητες εκτροφής προκάλεσε διαφορές στην αύξηση και την ποιότητα των νυμφών. Εκτροφή σε μεγαλύτερους όγκους είχε σαν αποτελέσματα την παραγωγή νυμφών με σημαντικά μεγαλύτερο αυξητικό ρυθμό, καθώς και χαμηλότερο ποσοστό σκελετικών δυσμορφιών και προβλημάτων της νηκτικής κύστης (Lika et al., 2015). Παρομοίως, εκτροφή σε μεγαλύτερες δεξαμενές στην τσιπούρα οδήγησε σε χαμηλότερο ποσοστό σκελετικών δυσμορφιών, οδηγώντας τους συγγραφείς να προτείνουν τη χρήση δεξαμενών τουλάχιστον 40 m3 για τη μείωση της εμφάνισης διαμαρτιών (Prestinicola et al., 2013).

Όσον αφορά στο μέγεθος των κλωβών κατά την εκτροφή στη θάλασσα, εκτροφή λαβρακιού (μέσου βάρους 130g) σε κλωβούς διαφορετικού όγκου (1, 4, 45 και 252 m3) με ίδιες ιχθυοφορτίσεις είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαντικών διαφορών στην απόδοση και σε δείκτες ευζωίας σε επίπεδο φυσιολογίας μεταξύ των διαφορετικών πειραματικών ομάδων (Samaras et al., 2017). Συγκεκριμένα, ο αυξητικός ρυθμός ήταν υψηλότερος στους μεγάλους κλωβούς, ενώ ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) και η συγκέντρωση κορτιζόλης ήταν χαμηλότερη, αποτυπώνοντας έτσι ότι η ευζωία των ψαριών επηρεάζεται όχι μόνο από την πυκνότητα εκτροφής, αλλά –κυρίως– από τον διαθέσιμο χώρο, τον ωφέλιμο δηλαδή όγκο της μονάδας εκτροφής.

Τέλος, μία σημαντική παράμετρος στις διαστάσεις του κλωβού είναι το βάθος. Τα ψάρια κατανέμονται στα διαφορετικά βάθη του κλωβού ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες εκτροφής (θερμοκρασία, οξυγόνο), τις διαχειριστικές πρακτικές (παροχή τροφής, στρες), τη φυσιολογική κατάσταση (περίοδος ωοτοκίας) και την εκτροφή που είχαν κατά το νυμφικό στάδιο (ημι-εντατική ήεντατική εκτροφή) (Papandroulakis et al., 2014). Είναι επομένως απαραίτητο να παρέχεται επαρκές βάθος στους κλωβούς, ώστε τα ψάρια να μπορούν να εκφράσουν τις συμπεριφορικές τους ανάγκες

2.5 | Υγιεινή και αποφυγή ασθενειών

Η τήρηση συνθηκών υγιεινής των μέσων εκτροφής αλλά και κατά τις διαδικασίες χειρισμού είναι σημαντική για την αποφυγή εμφάνισης μολύνσεων και νόσων από παθογόνους οργανισμούς (παράσιτα, βακτήρια, ιοί και άλλα) που μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες στα ψάρια. Κατά τη νυμφική εκτροφή, ένας επιπλέον παράγοντας είναι η ζωντανή τροφή που παρέχεται κατά τα πρώτα αναπτυξιακά στάδια, μέσω της οποίας μπορεί να μολυνθούν οι νύμφες.

Σε συνθήκες εκτροφής στη θάλασσα τα ψάρια είναι εκτεθειμένα σε παθογόνους οργανισμούς και κατά συνέπεια οι υψηλές πυκνότητες εκτροφής μπορεί να ευνοήσουν την εξάπλωση μιας ασθένειας. Υπάρχει μια σειρά προληπτικών μέτρων που εφαρμόζονται για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων, όπως π.χ. ο εμβολιασμός έναντι συγκεκριμένων παθογόνων οργανισμών, η δειγματοληψία για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του πληθυσμού και η τήρηση συνθηκών υγιεινής κατά τους χειρισμούς. Όταν ψάρια εκτρέφονται σε δεξαμενές, λ.χ. γεννήτορες, είναι πολύ σημαντικό να διατηρείται η ποιότητα του νερού σε βέλτιστα επίπεδα και να τηρούνται αυστηροί κανόνες υγιεινής για την αποφυγή εμφάνισης ασθενειών.

2.6 | Συμπεριφορά και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις

Μία από τις βασικές έννοιες της ευζωίας είναι η ελευθερία των ζώων να εκφράζουν τις συμπεριφορές τους. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται η κολύμβηση, οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, η εξερεύνηση, η ύπαρξη περιόδων μειωμένης δραστηριότητας, ακόμα και η αναπαραγωγική συμπεριφορά, όταν πρόκειται για αναπαραγωγικά ώριμα άτομα.

Αν και οι δημοσιεύσεις σχετικά με το διαθέσιμο χώρο και την ευζωία των ψαριών είναι ελάχιστες, έχει παρατηρηθεί, τουλάχιστον στο λαβράκι, ότι κάτω από ίδιες ιχθυοφορτίσεις οι φυσιολογικοί δείκτες ευζωίας των ψαριών είναι καλύτεροι, όταν ο όγκος της μονάδας εκτροφής είναι μεγαλύτερος (Samaras *et al*., 2017), επιτρέποντας έτσι την πιο ελεύθερη έκφραση συμπεριφορών, όπως η συμπεριφορά κοπαδιού και η κολύμβηση.

Όσον αφορά στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, δύο είναι οι κύριες συμπεριφορές που μπορεί να προκαλέσουν ή να είναι αποτέλεσμα μειωμένης ευζωίας: η επιθετικότητα και ο ανταγωνισμός. Έχει αναφερθεί ότι τόσο το λαβράκι(Benhaïm *et al*., 2011; Carbonara *et al*., 2019a) όσο και η τσιπούρα (Goldan *et al*., 2003; Montero *et al*., 2009; Castanheira *et al*., 2013; Papadakis *et al*., 2016) εμφανίζουν επιθετική συμπεριφορά, σχηματίζοντας ακόμα και ιεραρχικές σχέσεις σε ομάδες λίγων ατόμων υπό συνθήκες πειραματικής εκτροφής μικρής κλίμακας. Από την άλλη, σε πλωτές μονάδες όπου εκτρέφονται μαζί χιλιάδες ψάρια η εγκαθίδρυση σχέσεων ιεραρχίας είναι σπάνια και οι αλληλεπιδράσεις των ψαριών μάλλον ευκαιριακές. Φυσικά, σε τέτοιες περιπτώσεις δεν αποφεύγεται ο ανταγωνισμός για τη τροφή, ο οποίος μπορεί να είναι έμμεσος, λόγω της ταχύτερης και δριμύτερης αντίδρασης κάποιων ψαριών προς την παρεχόμενη τροφή (scramble competition), ή άμεσος με έκφραση επιθετικότητας (EFSA, 2008; Attia *et al*., 2012). Πειράματα με μικρούς πληθυσμούς σε δεξαμενές έχουν δείξει ότι κατά τη διάρκεια του ταΐσματος μπορεί να εκδηλωθεί επιθετική συμπεριφορά, ειδικά σε περιόδους περιορισμένης τροφοληψίας (Goldan *et al*., 2003; Andrew *et al*., 2004; Papadakis *et al*., 2016; Oikonomidou *et al*., 2019). Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις ότι μεγαλύτερη διασπορά της παρεχόμενης τροφής μειώνει τη συχνότητα εκδήλωσης επιθετικής συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια παροχής τροφής στο λαβράκι, αλλά όχι στην τσιπούρα, στην οποία όμως ήταν συνολικά χαμηλότερη συγκριτικά με το λαβράκι (Oikonomidou *et al*., 2019).

Μία ακόμα σημαντική παράμετρος για την ευζωία είναι ο σεβασμός των περιόδων μειωμένης δραστηριότητας των ζώων. Αυτό φυσικά προϋποθέτει ότι οι περίοδοι δραστηριότητας και ανάπαυσης

των υπό μελέτη ειδών είναι γνωστές. Γενικά, φαίνεται πως τα ψάρια ρυθμίζουν τη δραστηριότητά τους ανάλογα με την ώρα της παροχής τροφής (Velόzquez *et al.*, 2004; Montoya *et al.*, 2010). Σε περιπτώσεις όμως όπου έχει μελετηθεί η ελεύθερη παροχή τροφής με τη χρήση αυτοχειριζόμενων ταϊστρών (self-feeders) έχει παρατηρηθεί ότι τα εν λόγω είδη μπορεί να δραστηριοποιούνται τόσο κατά την περίοδο της ημέρας όσο και της νύκτας (Paspatis *et al.*, 2000; Rubio *et al.*, 2004; Velόzquez *et al.*, 2004; Millot and Bégout, 2009). Επιπλέον, η δραστηριότητα επηρεάζεται έντονα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, κυρίως τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο, με αύξηση της νυκτόβιας δραστηριότητάς τους κατά τους πιο κρύους μήνες (Rubio *et al.*, 2004; Velόzquez *et al.*, 2004). Τα πειραματικά δεδομένα που αφορούν στις επιπτώσεις της διατάραξης των περιόδων ανάπαυσης στα μεσογειακά είδη ιχθύων είναι πολύ λίγα. Σε άτομα τσιπούρας που εμφάνιζαν ημερήσια δραστηριότητα έχει παρατηρηθεί εντονότερη απόκριση κορτιζόλης στο στρες, όταν αυτό εφαρμοζόταν κατά την περίοδο σκότους σε σχέση με την περίοδο φωτός (Vera *et al.*, 2014). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και σε άλλα είδη ιχθύων, όπως το zebrafish (Manuel *et al.*, 2014).

Το τυπικό εμπορικό μέγεθος για το λαβράκι και την τσιπούρα παραμένει στα 300-500g. Όμως τόσο οι αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες (απροθυμία να αγοραστεί ολόκληρο ψάρι), η ανάγκη για διαφοροποίηση του προϊόντος (π.χ. φιλέτο), όσο και η υψηλότερη τιμή πώλησης μεγαλύτερου μεγέθους ψαριών έχει οδηγήσει στην εκτροφή λαβρακιού και τσιπούρας σε μεγέθη της τάξης των 800g και άνω. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα δύο είδη μπορεί να φτάσουν στη σεξουαλική ωρίμανση, ενώ ειδικότερα στην τσιπούρα συμβαίνει και η αναστροφή φύλου από αρσενικό σε θηλυκό. Επομένως, ψάρια αυτού του μεγέθους εκδηλώνουν αναπαραγωγική συμπεριφορά και παράγουν αυγά σε κλωβούς (Somarakis *et al.*, 2013). Στο λαβράκι έχει φανεί ότι κατά την περίοδο αυτή τα ψάρια τείνουν να συγκεντρώνονται περισσότερο στην επιφάνεια των κλωβών, ενώ μεταβάλλεται και η κινητική τους συμπεριφορά (Papandroulakis *et al.*, 2014). Είναι σημαντικό επομένως για την καλή διαβίωση των ψαριών να λαμβάνονται υπόψη οι περίοδοι εκδήλωσης συμπεριφορών αναπαραγωγής και να αποφεύγονται χειρισμοί ή άλλες στρεσογόνες πρακτικές κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής.

Τέλος, μία ακόμη παράμετρος που μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των ψαριών σε ιχθυοκλωβούς είναι η παρουσία θηρευτών, κυρίως θαλάσσιων οργανισμών, όπως δελφίνια, φώκιες, πτηνά και ψάρια θηρευτές. Η βασικότερη επίπτωση από τις επιθέσεις θηρευτών είναι ο θάνατος των ψαριών. Υπάρχουν όμως και άλλες επιπτώσεις τέτοιων επιθέσεων που μπορεί να επηρεάζουν την ευζωία των ψαριών. Αρχικά, είναι ο τραυματισμός με δυνητικό επακόλουθο την εμφάνιση λοιμώξεων (Nash *et al.*, 2000; Cooke, 2016). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι η παρουσία θηρευτών μπορεί να προκαλέσει στρες και αλλαγές στη συμπεριφορά των ψαριών, ιδίως στην κολύμβηση και τη διατροφή (Nash *et al.*, 2000; Güçlüsoy and Savas, 2003). Η τελευταία ειδικά μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη θρέψη και κατά συνέπεια σε μείωση του ρυθμού σωματικής αύξησης.

2.7 | Σύνοψη

- Οι καλές συνθήκες διαβίωσης επιβάλλουν την ικανοποίηση των βιολογικών αναγκών των υπό μελέτη ειδών. Αυτές περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές και διαχειριστικές παραμέτρους.

- Οι περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως η θερμοκρασία, το οξυγόνο, η αλατότητα, το pH και η θολερότητα, αφορούν κυρίως στην ποιότητα του νερού.

- Οι διαχειριστικές παράμετροι περιλαμβάνουν τη διατροφή, την πυκνότητα, αλλά και τις διαστάσεις εκτροφής, την υγιεινή και την αποφυγή ασθενειών.

- Τέλος, οι καλές συνθήκες διαβίωσης χαρακτηρίζονται από την ελεύθερη έκφραση ατομικών και κοινωνικών συμπεριφορών των ιχθύων και την αποφυγή εκδήλωσης επιθετικότητας μεταξύ των ατόμων.

3 Έμμεσοι (περιβαλλοντικοί) Δείκτες Ευζωίας

3.1 | Θερμοκρασία

Τα ψάρια ως εξώθερμοι οργανισμοί επηρεάζονται έντονα από τη θερμοκρασία του νερού. Κάθε είδος εμφανίζει ένα εύρος θερμοκρασιών μέσα στο οποίο μπορεί να επιβιώσει, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι στα όρια αυτού του εύρους δεν υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ευζωία των οργανισμών. Για το λαβράκι το εύρος αυτό κυμαίνεται από 2-35°C (EFSA, 2008; Dülger *et al*., 2012), ενώ για την τσιπούρα από 5-34°C (EFSA, 2008). Όμως για το κάθε είδος υπάρχουν και τα βέλτιστα θερμοκρασιακά εύρη, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, τα οποία κυμαίνονται για το λαβράκι μεταξύ 10-20°C για τα αυγά και τις νύμφες και 8-28°C για τα μεγαλύτερα άτομα, και για την τσιπούρα 12-22°C για τα αυγά και τις νύμφες και 8-30°C για τα μεγαλύτερα ψάρια (EFSA, 2008).

Εκτός από τις απόλυτες τιμές θερμοκρασίας, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η ταχύτητα μεταβολής της (Bertotto *et al*., 2011). Ειδικά κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια, που η εκτροφή τους πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες χερσαίες εγκαταστάσεις, είναι σημαντικό να μην υπάρχουν θερμοκρασιακές μεταβολές. Είναι γνωστό πως η θερμοκρασία εκτροφής κατά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια επηρεάζει την απόδοση αλλά και την αναλογία φύλου στο λαβράκι, με την εμφάνιση υψηλότερης αναλογίας θηλυκών μετά από νυμφική εκτροφή σε χαμηλές θερμοκρασίες (13°C και 15°Cέναντι 20°C) (Pavlidis *et al*., 2000; Piferrer *et al*., 2005). Επιπλέον, μεταβολή της θερμοκρασίας από τους 15°C στους 20°C, κατά τη διάρκεια της νυμφικής εκτροφής και ακόμα και 34 μέρες μετά την εκκόλαψη, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του ποσοστού των θηλυκών ατόμων στον πληθυσμό (Koumoundouros, 2002). Ακόμα, απότομες μεταβολές της τάξης του 0.5-1°C ανά ώρα έχει παρατηρηθεί πως προκαλούν θνησιμότητα στις νύμφες και των δύο ειδών (Madeira *et al*., 2016; Moyano *et al*., 2017) και πρέπει επομένως να αποφεύγονται. Ακόμα όμως και σε μεγαλύτερα ψάρια πρέπει να αποφεύγονται έντονες μεταβολές της θερμοκρασίας (EFSA, 2008) τόσο κατά τη μεταφορά (Samaras *et al*., αδημοσίευτα δεδομένα) όσο και κατά την εκτροφή στα πλωτά πάρκα (Samaras *et al*., 2018a).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους εύκολα μετρήσιμους δείκτες, ο οποίος πολύ συχνά είναι ενταγμένος στη ρουτίνα παρακολούθησης παραμέτρων στις μονάδες εκτροφής. Δεν απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό ούτε καταρτισμένο προσωπικό. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί αυτόματα συστήματα καταγραφής, τόσο σε πλωτές όσο και χερσαίες εγκαταστάσεις, τα οποία όμως απαιτούν υψηλό κόστος αγοράς. Για την ορθή εκτίμηση του δείκτη είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μετρήσεις από διαφορετικά βάθη μέσα στους κλωβούς.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Η θερμοκρασία μετριέται εύκολα και χωρίς υψηλό κόστος, ενώ παράλληλα είναι ζωτικής σημασίας για την ευζωία και την καλή απόδοση των ψαριών. Επιπλέον, επηρεάζει και άλλους δείκτες, όπως τον κορεσμό του οξυγόνου.

Μειονεκτήματα δείκτη

Καθώς η θερμοκρασία ορίζεται από το περιβάλλον, δεν υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και τροποποίησής της κατά τη διάρκεια της πάχυνσης των ψαριών σε πλωτά πάρκα.

3.2 | Αλατότητα

Τόσο το λαβράκι όσο και η τσιπούρα είναι ευρύαλα είδη και συνεπώς σταδιακές αλλαγές της αλατότητας δεν αναμένεται να επιδρούν αρνητικά στην ευζωία των οργανισμών. Αυτό που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ευζωία, ακόμα και θνησιμότητα, είναι οι απότομες και έντονες μεταβολές της αλατότητας (Cataudella *et al*., 1991; Marino *et al*., 1994; Mabrouk and Nour, 2011). Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι στο λαβράκι η ανοχή σε χαμηλές αλατότητες φαίνεται πως αποτελεί ένα ατομικό χαρακτηριστικό (Thibaut *et al*., 2019) που σχετίζεται με την καταγωγή του πληθυσμού (Allegrucci *et al*., 1997).

Η βέλτιστη απόδοση με όρους αύξησης και κατανάλωσης τροφής έχει καταγραφεί σε αλατότητα 30[1] για το λαβράκι και 18-28 για την τσιπούρα (Conides and Glamuzina, 2001). Υπάρχουν κάποιες αναφορές για καλύτερη αύξηση νεαρών λαβρακιών σε αλατότητα 10 και 20 έναντι των 30 και 40 (Eroldoğan and Kumlu, 2002), αλλά η πλειονότητα των μελετών δείχνει το αντίθετο. Έτσι, χαμηλή αλατότητα σε επίπεδα γλυκού νερού έχει φανεί να επιδρά αρνητικά στην αύξηση του λαβρακιού (Eroldoğan *et al*., 2004; Yilmaz *et al*., 2020), ενώ και, όταν συγκρίνονται οι αποδόσεις μεταξύ χαμηλών αλατοτήτων (10 και 15), η σωματική αύξηση είναι καλύτερη στην υψηλότερη αλατότητα (Goda *et al*., 2019). Τα ψάρια σε χαμηλές αλατότητες δαπανούν ενέργεια για τη διατήρηση της ωσμωτικής τους ισορροπίας (Masroor *et al*., 2018), ιδίως όταν βρίσκονται υπό νηστεία (Sinha *et al*., 2015), με αρνητικό επομένως αντίκτυπο στην ευζωία τους.

Παρομοίως, η εκτροφή της τσιπούρας σε αλατότητα 6 οδήγησε σε χαμηλότερη σωματική αύξηση σε σχέση με την εκτροφή σε αλατότητες 12 και 38, αλλά και σε χαμηλότερη ωσμωτική συγκέντρωση στο αίμα (Laiz-Carrión *et al*., 2005). Από την άλλη, μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε νύμφες 32 (Tandler *et al*., 1995) ή 35 (Mohammed-Geba *et al*., 2016) ημερών έδειξαν καλύτερη επιβίωση, αύξηση και υψηλότερο ποσοστό ατόμων με λειτουργική νηκτική κύστη σε αλατότητα 20 έναντι αλατοτήτων 25 έως 38. Τέλος, αρνητικές επιπτώσεις της αλατότητας έχουν παρατηρηθεί και σε δείκτες του ανοσοποιητικού συστήματος, τόσο σε χαμηλή (12) όσο και υψηλή (55) αλατότητα, έναντι της ομάδας ελέγχου (38) (Cuesta *et al*., 2005).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η αλατότητα είναι ένας ακόμα εύκολα μετρήσιμος δείκτης, ο οποίος είναι ενταγμένος στη ρουτίνα παρακολούθησης παραμέτρων στις μονάδες εκτροφής. Δεν απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό ούτε καταρτισμένο προσωπικό. Για την ορθή εκτίμησή του είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μετρήσεις από διαφορετικά βάθη μέσα στο κλουβί.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Μετριέται εύκολα και χωρίς ιδιαίτερο κόστος.

Μειονεκτήματα δείκτη

Δεν αναμένονται σημαντικές και απότομες διακυμάνσεις. Επομένως, η χρησιμότητα αυτού του δείκτη είναι σπάνια.

[1] Η αλατότητα εκφράζει την ποσότητα των διαλυμένων αλάτων (σε γραμμάρια) ανά κιλό θαλασσινού νερού. Ο συνήθης τρόπος μέτρησής της εκτιμά την «πρακτική αλατότητα» η οποία εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πίεση του υγρού και εξ ορισμού δε φέρει μονάδες μέτρησης. Στο παρόν κείμενο ακολουθείται αυτός ο τρόπος αναφοράς της αλατότητας, ήτοι χωρίς μονάδες μέτρησης.
Για περισσότερες πληροφορίες: https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/key-physical-variables-in-the-ocean-temperature-102805293/

3.3 | Οξυγόνο

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ευζωία των ψαριών, καθώς ορίζει το διαθέσιμο οξυγόνο για αναπνοή. Η επίδραση του οξυγόνου πρέπει βέβαια πάντα να ελέγχεται συναρτήσει και άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία και η αλατότητα (Claireaux and Lagardère, 1999), καθώς και των ενεργειακών απαιτήσεων των ζώων (Claireaux and Lagardère, 1999; Pichavant *et al*., 2001).

Έκθεση κατά τη νυμφική εκτροφή σε συνθήκες υποξίας (40% κορεσμός) προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην ευζωία, όπως αυτή αποτυπώνεται από τη μείωση του αυξητικού ρυθμού (Vanderplancke *et al*., 2015; Cadiz *et al*., 2018a), τη μικρότερη ανοχή σε νέα συμβάντα έκθεσης σε χαμηλό οξυγόνο (Cadiz *et al*., 2018a), καθώς και τη χαμηλότερη ικανότητα αερόβιας δραστηριότητας σε μετέπειτα στάδια της ζωής ως νεαρά και ενήλικά άτομα (Zambonino-Infante *et al*., 2017).

Σε επόμενα αναπτυξιακά στάδια, τόσο το λαβράκι όσο και η τσιπούρα θεωρούνται είδη με υψηλή ανοχή στην υποξία και προβλήματα ευζωίας παρατηρούνται μόνο σε χαμηλές τιμές κορεσμού του οξυγόνου (Thetmeyer *et al*., 1999; Pichavant *et al*., 2001; Araόjo-Luna *et al*., 2018). Συγκεκριμένα, μικρή πτώση του οξυγόνου δε φαίνεται να προκαλεί αρνητικές επιδράσεις στο λαβράκι τόσο στην ικανότητα κατανάλωσης οξυγόνου (Claireaux and Lagardère, 1999) όσο και σε φυσιολογικούς δείκτες ευζωίας (Pichavant *et al*., 2001). Έκθεση όμως σε ήπια υποξία (~60%) φαίνεται να επιδρά αρνητικά στο ανοσοποιητικό σύστημα των ψαριών (Cecchini and Saroglia, 2002). Σε περιπτώσεις, τέλος, όπου το διαλυμένο οξυγόνο μειωθεί σε τιμές που αγγίζουν το 40% εμφανίζονται αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην ικανότητα αερόβιας δραστηριότητας (Claireaux and Lagardère, 1999) όσο και στην πρόσληψη τροφής και στην αύξηση (Thetmeyer *et al*., 1999; Pichavant *et al*., 2001; Cadiz *et al*., 2018b).

Στην τσιπούρα, έκθεση σε κορεσμό οξυγόνου 40-60% δεν οδήγησε σε διαφορές στην αύξηση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (80-100%), αλλά σε αυξημένο ποσοστό αλλοιώσεων στα βράγχια, γεγονός που σηματοδοτεί μειωμένη ευζωία, κάτι που δεν παρατηρήθηκε σε κορεσμό 60-80% (Araόjo-Luna *et al*., 2018).

Πρόσφατη έρευνα στην Ελλάδα για τις συγκεντρώσεις οξυγόνου σε ιχθυοκλωβούς καλλιέργειας λαβρακιού έδειξε ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να αγγίξει τα χαμηλά επίπεδα που έχει προτείνει η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των τροφίμων (EFSA, 2008) ως κατευθυντήριο όριο για την εμφάνιση προβλημάτων ευζωίας (Makridis *et al*., 2018). Είναι επομένως πολύ σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη προληπτικά μέτρα, όπως η διατήρηση της καθαρότητας των δικτυών, για να αποφεύγονται τέτοια φαινόμενα.

Παρά την ανθεκτικότητα και των δύο ειδών σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου, αρνητικές επιπτώσεις παρατηρούνται, όταν η μεταβολή του κορεσμού είναι οξεία και έντονη. Συγκεκριμένα, απότομη πτώση των επιπέδων οξυγόνου κατά 80% περίπου οδήγησε σε απώλεια αισθήσεων και θάνατο και στα δύο είδη (Claireaux and Chabot, 2016; Magnoni *et al*., 2017). Τέτοιου τύπου αλλαγές έχει φανεί να επηρεάζουν και φυσιολογικούς δείκτες ευζωίας, όπως η κορτιζόλη, η γλυκόζη και το γαλακτικό οξύ (Magnoni *et al*., 2017; Martos-Sitcha *et al*., 2019).

Εκτός της μείωσης του οξυγόνου, προβλήματα στην ευζωία μπορεί να προκληθούν και από την αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου (υπεροξία), ιδίως σε χερσαίες εγκαταστάσεις με παροχή οξυγόνου. Μέτρια υπεροξία της τάξης του 150% έχει παρατηρηθεί πως δεν προκαλεί θνησιμότητες στο λαβράκι ούτε και σημαντικές αλλαγές στην αύξηση και στο ανοσοποιητικό σύστημα (Cecchini and Caputo, 2003; Lemarié *et al*., 2011). Έντονη υπεροξία όμως (πάνω από 200% κορεσμός οξυγόνου) επιδρά αρνητικά τόσο στην επιβίωση όσο και στην αύξηση και στην ιοντική ισορροπία του αίματος (Lemarié *et al*., 2011), ιδίως όταν συνοδεύεται και από υπερκαπνία (Petochi *et al*., 2011). Μακροχρόνια έκθεση σε υπέρκορο σε οξυγόνο νερό εκτροφής έχει επίσης αναφερθεί να προκαλεί φυσαλιδώδη νόσο με παρατήρηση θνησιμοτήτων.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η συγκέντρωση και ο κορεσμός του οξυγόνου εκτιμώνται με τη χρήση οξυγονομέτρων. Καθώς οι τιμές αυτές μπορεί να μεταβάλλονται σε διαφορετικά σημεία των ιχθυοκλωβών ή των δεξαμενών, είναι σημαντικό να λαμβάνονται μετρήσεις από αρκετά σημεία, με έμφαση σε περιοχές όπου αναμένεται οι συνθήκες να είναι οι χειρότερες (λ.χ. στην έξοδο του νερού μιας δεξαμενής σε ανοικτό κύκλωμα). Τέλος, έχουν αναπτυχθεί αυτόματα συστήματα συνεχούς καταγραφής που βρίσκουν εφαρμογή σε πλωτές και χερσαίες εγκαταστάσεις, αυξάνοντας όμως σημαντικά το κόστος παρακολούθησης του δείκτη.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους διαβίωσης των ψαριών. Είναι εύκολα μετρήσιμος, όταν υπάρχουν τα κατάλληλα όργανα.

Μειονεκτήματα δείκτη

Λόγω των διαφορών που δύναται να υπάρχουν σε μία μονάδα εκτροφής, απαιτεί τη μέτρηση πολλών σημείων και ενέχει τον κίνδυνο να μην εκτιμηθούν σημεία με χαμηλό κορεσμό.

3.4 | pH

Το pH αποτελεί ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό του νερού, το οποίο σε συνθήκες εκτροφής στη θάλασσα εμφανίζει μικρή διακύμανση. Όμως, σε περιπτώσεις εκτροφής σε χερσαίες δεξαμενές το pH πρέπει να ελέγχεται συστηματικά, καθώς ενδέχεται να είναι χαμηλότερο του θαλάσσιου και να μεταβάλλεται σχετικά εντονότερα.

Στις λίγες μελέτες που εξετάζουν τις επιπτώσεις του χαμηλού pH (της τάξης του 7.6-7.8) κατά τη νυμφική εκτροφή, στο λαβράκι, έχουν καταγραφεί αντιφατικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, σε κάποιες μελέτες δεν έχει παρατηρηθεί επίδραση του χαμηλού pH στην αύξηση, στην ανάπτυξη και στην κολυμβητική συμπεριφορά των νυμφών (Duteil *et al.*, 2016; Cominassi *et al.*, 2019), ενώ εκτροφή σε pH 7.7 έναντι 7.9 ή 7.5 εμφάνισε υψηλότερη επιβίωση, αλλά χαμηλότερη σωματική αύξηση 35 μέρες μετά την εκκόλαψη (Crespel *et al.*, 2017). Τέλος, σε μία άλλη μελέτη η εκτροφή σε pH 7.8 προκάλεσε ταχύτερη αύξηση στους 19°C αλλά όχι στους 17°C (Pope *et al.*, 2014). Στην τσιπούρα, από την άλλη, οι μελέτες συμφωνούν ότι χαμηλότερο pH (μεταξύ 6.0 και 7.5 συγκριτικά με 8.0) επιδρά αρνητικά στην εκκόλαψη, στην επιβίωση, στην αύξηση και στις σκελετικές δυσμορφίες (Basallote *et al.*, 2012; Pimentel *et al.*, 2016).

Σε μεγαλύτερα άτομα λαβρακιού, κατά την έκθεση σε pH 7.7 έναντι 8.2, παρατηρήθηκε αύξηση σε βιοχημικούς δείκτες καταπόνησης στο αίμα (γλυκόζη και γαλακτικό οξύ) (Shrivastava *et al.*, 2019). Στην τσιπούρα δε σημειώθηκαν διαφορές στην αύξηση σε ένα εύρος pH από 8.1 έως 7.5 (Réveillac *et al.*, 2015), παρ' όλο που σε άλλη μελέτη αναφέρθηκαν μεταβολικές αλλαγές (μεταβολισμός γλυκογόνου και λιπών, γλυκόλυση) σε ψάρια που εκτέθηκαν σε pH 7.5 έναντι 8.0 (Araújo *et al.*, 2018).

Αξίζει να τονιστεί ότι η πλειονότητα των παραπάνω πειραματικών μελετών χρησιμοποιεί την παροχή διοξειδίου του άνθρακα ως μέσο για τη μείωση του pH, και επομένως απαιτείται προσοχή κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ως προς την αναγνώριση της αιτίας των παρατηρούμενων αλλαγών. Για το λόγο αυτό, στον παρόντα οδηγό θα ακολουθηθούν οι κατευθυντήριες γραμμές της αναφοράς EFSA (2008) που αναφέρουν ότι και για τα δύο είδη τιμές pH κάτω από 6.5 και πάνω από 8.5 αποτελούν κακές συνθήκες διαβίωσης, ενώ βαθμιαίες αλλαγές δεν αναμένεται να δρουν αρνητικά στην ευζωία.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Το pH είναι ένας εύκολα μετρήσιμος δείκτης με τη χρήση κατάλληλων φορητών μετρητών. Όπως και για τις υπόλοιπες περιβαλλοντικές παραμέτρους, είναι σημαντικό να λαμβάνονται μετρήσεις από διαφορετικές περιοχές της εγκατάστασης εκτροφής.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Εύκολα μετρήσιμος.

Μειονεκτήματα δείκτη

Συχνά εμφανίζει πολύ μικρές μεταβολές, ώστε να απαιτείται η συνδυαστική χρήση του και με άλλους δείκτες ευζωίας.

3.5 | Θολερότητα

Η θολερότητα του νερού ορίζεται ως «διαταραχή ή ελάττωση της διείσδυσης του φωτός στο νερό, που οφείλεται στην αιωρούμενη, κολλοειδή ή διαλυμένη ύλη ή την παρουσία πλαγκτονικών οργανισμών» (Eleftheriou, 1998). Είναι μία παράμετρος που συνήθως δεν προβληματίζει την εκτροφή σε πλωτές μονάδες στη θάλασσα, μπορεί όμως να επηρεάσει, κυρίως συνδυαστικά με άλλες παραμέτρους (π.χ. μείωση του οξυγόνου, αύξηση βακτηριακής πυκνότητας), τις συνθήκες διαβίωσης των ψαριών.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η θολερότητα μπορεί να εκτιμηθεί άμεσα οπτικά. Για μεγαλύτερη ακρίβεια μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με τη χρήση δίσκου secchi ή με τη χρήση ηλεκτρονικών μετρητών.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Μπορεί να αποτελέσει πρώιμη ένδειξη για την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εκτροφής, καθώς και της μεταβολής άλλων παραμέτρων, όπως το διαλυμένο οξυγόνο και η ανάπτυξη παθογόνων.

Μειονεκτήματα δείκτη

Είναι μία γενική μέτρηση χωρίς να προσδιορίζεται η φύση του προβλήματος, γεγονός που δυσκολεύει τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων αντιμετώπισης.

3.6 | Πυκνότητα εκτροφής

Η πυκνότητα εκτροφής (ιχθυοφόρτιση) μπορεί να επηρεάσει τόσο άμεσα (κυρίως σε επίπεδο εκδήλωσης φυσιολογικών συμπεριφορών) όσο και έμμεσα (υποβάθμιση ποιότητας νερού, υγιεινή, καταπόνηση, υγεία) τις συνθήκες διαβίωσης των ψαριών. Έτσι, πολλές από τις αρνητικές επιπτώσεις της αυξημένης πυκνότητας εκτροφής στην ευζωία μπορεί να μην προέρχονται από την ιχθυοφόρτιση αυτήν καθ' εαυτή, αλλά από αλλαγές που προκαλούνται λόγω αυτής. Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων, σε συνδυασμό με την τεχνολογία εκτροφής, καθιστά δύσκολη την καθιέρωση βέλτιστων ιχθυοφορτίσεων και για τον λόγο αυτό συχνά χρησιμοποιούνται πυκνότητες μεταξύ 10-20 kg m^{-3} βάσει εμπειρικών δεδομένων που έχουν υποστηριχθεί από την επιστημονική βιβλιογραφία.

Κατά το νυμφικό στάδιο και των δύο ειδών έχει παρατηρηθεί ότι χαμηλότερες πυκνότητες εκτροφής (Hatziathanasiou *et al.*, 2002; Saillant *et al.*, 2003; Prestinicola *et al.*, 2013) αλλά και μεγαλύτεροι

όγκοι εκτροφής (Prestinicola *et al*., 2013; Lika *et al*., 2015) ευνοούν την επιβίωση, τη σωματική αύξηση και την απόδοση, ενώ μειώνουν την συχνότητα εμφάνισης σκελετικών δυσμορφιών.

Επιπλέον, κατά την προ-πάχυνση αλλά και την πάχυνση, τόσο στο λαβράκι (Person-Le Ruyet and Le Bayon, 2009; Sammouth *et al*., 2009; Santos *et al*., 2010) όσο ιδίως στην τσιπούρα (Sánchez-Muros *et al*., 2017; Araújo-Luna *et al*., 2018; Carbonara *et al*., 2019b), έχει παρατηρηθεί ότι υψηλές ιχθυοφορτίσεις οδηγούν σε μείωση του ρυθμού σωματικής αύξησης, κυρίως όταν υπάρχει παράλληλη υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Στο λαβράκι, επίσης, αναφέρονται εντονότεροι τραυματισμοί στα πτερύγια των ψαριών, όταν εκτρέφονται σε υψηλές πυκνότητες εκτροφής (Person-Le Ruyet and Le Bayon, 2009).

Όσον αφορά σε δείκτες ευζωίας σε επίπεδο φυσιολογίας (π.χ. κορτιζόλη και γλυκόζη), έχει παρατηρηθεί πως λαβράκια που εκτρέφονται σε υψηλές ιχθυοφορτίσεις (36 έως 75 kg m^{-3}) εμφανίζουν δυσκολία στο να ανταπεξέλθουν σε έναν επιπρόσθετο στρεσογόνο χειρισμό, όπως αποτυπώνεται από τα υψηλότερα επίπεδα κορτιζόλης (Di Marco *et al*., 2008; Lupatsch *et al*., 2010; Santos *et al*., 2010). Στην τσιπούρα, από την άλλη, έχουν καταγραφεί αρνητικές επιπτώσεις σε δείκτες ευζωίας, όπως η υψηλότερη κορτιζόλη, η γλυκόζη, ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη, στις υψηλές ιχθυοφορτίσεις (20 έως 70 kgm^{-3}), τόσο μακροχρόνια (Montero *et al*., 1999; Sangiao-Alvarellos *et al*., 2005; Mancera *et al*., 2008; Arechavala-Lopez *et al*., 2019) όσο και βραχυρόνια, με επαναφορά στα πρότερα επίπεδα μετά το πέρας 2-7 ημερών (Tort *et al*., 1996; Rotllant *et al*., 2000a; Barton *et al*., 2005). Σημαντικό βέβαια είναι να αναφερθεί ότι η πλειονότητα των παραπάνω μελετών και για τα δύο είδη αφορά μελέτες που έγιναν σε δεξαμενές, ανοικτού ή κλειστού κυκλώματος, και όχι σε πλωτές εγκαταστάσεις στη θάλασσα.

Έρευνες στο λαβράκι (Samaras *et al*., 2017) και άλλα είδη όπως ο γερμανός (*Siganus rivulatus*) (Bukhari, 2005) έχουν δείξει ότι, εκτός της πυκνότητας, σημαντικό ρόλο στην ευζωία των ψαριών διαδραματίζει ο «ωφέλιμος όγκος», ο διαθέσιμος δηλαδή όγκος για την εκδήλωση φυσικών συμπεριφορών των ψαριών. Έτσι, η έκφραση της πυκνότητας ως kg m^{-3} δεν είναι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει τις συνθήκες διαβίωσης των ιχθύων, αλλά πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και ο διαθέσιμος όγκος νερού για την εκδήλωση των συμπεριφορικών και κοινωνικών αναγκών τους (Samaras *et al*., 2017). Επί του παρόντος δεν υπάρχει κάποιος αξιολογημένος δείκτης που να εκτιμά το χαρακτηριστικό αυτό.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Κατά τη νυμφική εκτροφή η πυκνότητα ορίζεται ως αριθμός ατόμων ανά λίτρο και καθορίζεται από τη διαδικασία του στοκαρίσματος των αυγών. Καθώς τα ψάρια είναι ιδιαιτέρως ευαίσθητα κατά τα στάδια αυτά, δεν γίνονται χειρισμοί για την αλλαγή των πυκνοτήτων. Σε εκτροφή ατόμων μεγαλύτερου μεγέθους η πυκνότητα ορίζεται ως βιομάζα στη μονάδα του όγκου (συνήθως σε kg m^{-3}). Σε κλωβούς στη θάλασσα για τη σωστή εκτίμηση της ιχθυοφόρτισης απαιτείται η διατήρηση αρχείου με τον αριθμό των ατόμων, λαμβάνοντας υπόψη τις θνησιμότητες, αλλά και τακτικές δειγματοληπτικές μετρήσεις βάρους για διόρθωση της βιομάζας. Νέες τεχνολογίες, όπως υποβρύχια drones με κάμερες, αυτοματοποιημένα λογισμικά και συστήματα υδροακουστικής, μπορεί να βοηθήσουν στην ακριβέστερη, λιγότερο επεμβατική και πιο αυτοματοποιημένη εκτίμηση των πυκνοτήτων εκτροφής.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Αποτελεί μία σημαντική παράμετρο που περιγράφει τις συνθήκες διαβίωσης, ενώ, όταν υπάρχουν ακριβή δεδομένα του αριθμού των ψαριών, του μέσου βάρους τους, καθώς και του όγκου εκτροφής, είναι εύκολα υπολογίσιμος.

Μειονεκτήματα δείκτη

Μπορεί να επηρεάζει έμμεσα την ευζωία και επομένως πρέπει να εκτιμάται παράλληλα με άλλους δείκτες, λ.χ. ποιότητας νερού. Η απόλυτη τιμή του δείκτη δεν αποτελεί αξιόπιστη παράμετρο και απαιτείται συνεκτίμηση με τον τρόπο ζωής του ψαριού και το στάδιο ανάπτυξής του, τη συμπεριφορά του, τον όγκο και την τεχνολογία εκτροφής. Σε κάποιες περιπτώσεις μεταβάλλεται έντονα και άμεσα,

όπως π.χ. όταν κατά το τάισμα η πυκνότητα αυξάνεται δραματικά στην περιοχή όπου χορηγείται η τροφή. Τέλος, αν δεν υπάρχουν ακριβή δεδομένα για τον υπολογισμό της πυκνότητας εκτροφής, η εκτίμηση μπορεί να είναι εσφαλμένη, απέχοντας αρκετά από την πραγματική τιμή.

3.7 | Φωτισμός

Σε ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα ο φωτισμός είναι φυσικός και επομένως δεν αναμένεται να έχει επιπτώσεις στην ευζωία. Υπάρχουν όμως περίοδοι της ζωής των ψαριών που εκτίθενται σε τεχνητό φωτισμό, λ.χ. νυμφική εκτροφή, προπάχυνση και γεννήτορες. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο φωτισμός είναι ένας πολύπλοκος παράγοντας που περιγράφεται από την ένταση, την ποιότητα (φάσμα) αλλά και την περιοδικότητά του (φωτοπερίοδος). Έχει φανεί ότι και οι τρεις επιμέρους παράμετροι μπορεί να επιδρούν στην καλή διαβίωση των ψαριών (EFSA, 2008).

Ως προς την περιοδικότητα, τόσο στο λαβράκι όσο και στην τσιπούρα κατά τα αυτότροφα νυμφικά στάδια αποφεύγεται ο φωτισμός (EFSA, 2008), καθώς, παρ' ότι σε συνθήκες συνεχούς φωτισμού επιταχύνεται η ανάπτυξη, παρατηρείται ταυτόχρονα μη ικανοποιητική κατανάλωση του λεκιθικού σάκου, εμφάνιση παραμορφώσεων της γνάθου και προβλήματα της νηκτικής κύστης (Villamizar *et al*., 2011). Σε μετέπειτα αναπτυξιακά στάδια το φως αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη διέγερση της θηρευτικής δραστηριότητας, ενώ μεγάλης διάρκειας φωτοπερίοδοι φαίνεται πως ευνοούν την αύξηση (EFSA, 2008).

Ως προς την ένταση του φωτός, σύμφωνα με την αναφορά της EFSA (2008), η ένταση του φωτός κατά τη νυμφική εκτροφή του λαβρακιού πρέπει να είναι χαμηλή (100-500 lux), ενώ η τσιπούρα απαιτεί υψηλότερης έντασης φωτισμό (1.000-3.000 lux). Παλαιότερες μελέτες στο λαβράκι δίνουν παρόμοια αποτελέσματα (Barahona-Fernandes, 1979; Johnson and Katavic, 1984), αλλά επόμενες μελέτες δε φαίνεται να το επιβεβαιώνουν (Cuvier-Péres *et al*., 2001), δείχνοντας ακόμα και καλύτερη αύξηση, αν και με μεγαλύτερη θνησιμότητα, σε φωτισμούς υψηλής έντασης (Yan *et al*., 2019). Διαφορές στην απόδοση των νυμφών προκύπτουν και κατά την εκτροφή με φωτισμό διαφορετικού φάσματος, δείχνοντας καλύτερη αύξηση και επιβίωση σε συνθήκες μπλε ή λευκού φωτισμού (Villamizar *et al*., 2011).

Σε μετέπειτα αναπτυξιακά στάδια ο φωτισμός μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην απόδοση, τη φυσιολογία και την ευζωία (Ginés *et al*., 2004; Karakatsouli *et al*., 2007; Vera *et al*., 2010; Vardar and Yildirim, 2012; Yildirim and Vardar, 2015), καθώς και στην απρόσκοπτη λειτουργία των βιολογικών ρυθμών των ψαριών (Cerdó-Reverter *et al*., 1998; Sónchez-Vózquez *et al*., 1998; Gómez-Milón *et al*., 2011). Παρ' όλα αυτά, σε συνθήκες εκτροφής σε πλωτές μονάδες στη θάλασσα ο φωτισμός είναι κατά κανόνα φυσικός και συνεπώς δεν αποτελεί παράγοντα ανησυχίας για την ευζωία των ιχθύων. Παλαιότερα είχε διερευνηθεί η χρήση τεχνητού φωτισμού για την παροχή συνεχούς φωτός με σκοπό την αποφυγή της πρώιμης σεξουαλικής ωρίμανσης των αρσενικών στο λαβράκι (Rodróguez *et al*., 2005; Felip *et al*., 2008). Οι επιπτώσεις αυτού στην ευζωία δεν είχαν μελετηθεί διεξοδικά και η πρακτική αυτή τείνει να μη χρησιμοποιείται πλέον. Η μεταβολή του φωτισμού, κυρίως της φωτοπεριόδου, έχει εφαρμογή στην εκτροφή γεννητόρων σε χερσαίες εγκαταστάσεις για την πρόκληση ωοτοκίας (Zanuy *et al*., 1986; Carrillo *et al*., 1989). Με τη διαχείριση του φωτισμού, σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία, επιτυγχάνεται η εκτός περιόδου ωοτοκία για την παραγωγή ιχθυδίων όλο τον χρόνο.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Σε συνθήκες εκτροφής σε πλωτές μονάδες στη θάλασσα ο δείκτης αυτός έχει μικρή εφαρμογή. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός κατά τη νυμφική εκτροφή και κατά τον χειρισμό της ωοτοκίας σε γεννήτορες, όπου ο φωτισμός είναι τεχνητός. Σε αυτές τις περιπτώσεις η περίοδος, η ένταση και το φάσμα του φωτισμού πρέπει να είναι γνωστά και ελεγχόμενα.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Αποτελεί σημαντική παράμετρο κατά τη νυμφική εκτροφή και το χειρισμό της ωοτοκίας. Σε περιπτώσεις τεχνητού φωτισμού, η ρύθμιση των παραμέτρων στα επιθυμητά επίπεδα αναμένεται να μην αλλοιωθεί, παρά μόνο λόγω τεχνικών προβλημάτων.

Μειονεκτήματα δείκτη

Δεν είναι άμεσα διαχειρίσιμος σε εκτροφή σε ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα. Σε περιπτώσεις τεχνητού φωτισμού, η διάχυσή του σε όλο τον όγκο των δεξαμενών ή και μεταξύ των δεξαμενών μπορεί να μην είναι ίδια και απαιτείται ενδελεχής μελέτη και σωστές εγκαταστάσεις για την αποφυγή τέτοιων περιπτώσεων.

3.8 | Σύνοψη

- Οι έμμεσοι (περιβαλλοντικοί) δείκτες ευζωίας προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες για τις συνθήκες εκτροφής των ψαριών. Πολλοί εξ αυτών παρακολουθούνται τακτικά από το προσωπικό των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας (π.χ. θερμοκρασία, αλατότητα, οξυγόνο), καθώς είναι ζωτικής σημασίας για τη διαβίωση των ψαριών.

- Οι διαφορετικοί δείκτες έχουν διαφορές στον τρόπο μέτρησής τους, καθώς και κάποια πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα έναντι άλλων. Επιπλέον, υπάρχουν δείκτες που ο ένας εξαρτάται από τον άλλο, όπως ο κορεσμός του οξυγόνου εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Για τον λόγο αυτό, συχνά απαιτείται η ταυτόχρονη εκτίμηση περισσοτέρων του ενός δεικτών για πληρέστερη εικόνα των συνθηκών ευζωίας.

- Αρκετοί περιβαλλοντικοί δείκτες είναι ελεγχόμενοι σε συνθήκες εκτροφής σε χερσαίες εγκαταστάσεις, αλλά όχι σε πλωτές μονάδες εκτροφής (π.χ. θερμοκρασία, αλατότητα, pH, θολερότητα).

- Από την άλλη, υπάρχουν έμμεσοι δείκτες που ορίζονται από τη στρατηγική της εκτροφής, όπως η ιχθυοφόρτιση, οι διαστάσεις του μέσου εκτροφής και ο φωτισμός.

4 | Βιολογικοί Δείκτες Ευζωίας

4.1 | Θνησιμότητα

Η εμφάνιση θνησιμότητας, σε συνάρτηση με το ρυθμό και την έκτασή της, είναι ο πιο κοινά χρησιμοποιούμενος βιολογικός δείκτης ευζωίας. Αποτελεί έναν εύκολο και άμεσα παρατηρούμενο δείκτη, όπου αυξημένος ρυθμός υποδηλώνει την ύπαρξη σοβαρού προβλήματος στις συνθήκες εκτροφής των ψαριών. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να καθοριστούν τα όρια της αναμενόμενης θνησιμότητας, έτσι ώστε να εκτιμηθεί καλύτερα το εάν και με ποιο τρόπο η παρατηρούμενη θνησιμότητα σχετίζεται με μειωμένη ευζωία των ψαριών.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποια δημοσιευμένη καμπύλη φυσικής θνησιμότητας για το λαβράκι και την τσιπούρα, όπως υπάρχουν π.χ. στον σολομό του Ατλαντικού (Soares *et al.*, 2011) και οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση αναφοράς για την εκτίμηση της παρατηρούμενης θνησιμότητας σε μία συγκεκριμένη περιοχή, χρονική περίοδο και φάση παραγωγής. Βέβαια, τέτοιες καμπύλες έχουν το μειονέκτημα της γενίκευσης, καθώς οι περιοχές όπου υπάρχουν μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα διαφέρουν μεταξύ τους γεωγραφικά, ωκεανογραφικά κ.λπ. Έτσι, ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος είναι να προκύψουν καμπύλες για κάθε μονάδα από δεδομένα θνησιμοτήτων προηγούμενων ετών, βάσει των οποίων θα τεθούν τα όρια του αποδεκτού ή μη ρυθμού θνησιμότητας.

Ως δείκτης ευζωίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο η βραχυχρόνια όσο και η μακροχρόνια θνησιμότητα. Η ξαφνική και βραχυχρόνια αύξηση της θνησιμότητας αποτελεί ένα στιγμιότυπο οξείας μειωμένης ευζωίας, τα αίτια της οποίας πρέπει να αναζητηθούν. Έτσι, αν και η ημερήσια καταγραφή μικρού αριθμού νεκρών ατόμων σε έναν πληθυσμό δεν αποτελεί λόγο ανησυχίας, καταγραφή μερικών δεκάδων ψαριών πρέπει να αποτελεί σημάδι για περαιτέρω διερεύνηση των συνθηκών ευζωίας των ψαριών. Η δριμύτητα της μακροχρόνιας θνησιμότητας είναι δυσκολότερο να αποτιμηθεί, καθώς δεν υπάρχουν καμπύλες θνησιμότητας για τα μεσογειακά είδη, θέτοντας όρια για το ποια αθροιστική θνησιμότητα δεν αντικατοπτρίζει μειωμένες συνθήκες ευζωίας. Ως ένα πρακτικό όριο που πρέπει να λειτουργεί ως προειδοποιητικό σήμα θα μπορούσε να θεωρηθεί η καταγραφή αθροιστικής θνησιμότητας της τάξης του 35% σε έναν κλωβό (προσωπική επικοινωνία με παραγωγούς).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Για την εκτίμηση της θνησιμότητας απαιτείται η συλλογή και καταμέτρηση των νεκρών ζώων σε ημερήσια βάση. Σε περιόδους έντονης θνησιμότητας πρέπει να προσδιορίζεται η αιτία θανάτου (λ.χ. ασθένεια, περιβαλλοντικές παράμετροι), ώστε να εκτιμάται ο αντίκτυπος στην ευζωία, αλλά κυρίως για να ληφθούν μέτρα για τη μετρίαση και αποτροπή του φαινομένου.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Η εκτίμηση του δείκτη είναι εύκολη, ενώ αποτελεί ήδη μέρος της ρουτίνας των διαδικασιών σε μία μονάδα εκτροφής. Αν και συνήθως η θνησιμότητα είναι το τελικό αποτέλεσμα της μειωμένης ευζωίας, σε περιπτώσεις όπως η έναρξη μιας ασθένειας μπορεί να αποτελέσει σημάδι για διάγνωση και αντιμετώπιση του προβλήματος.

Μειονεκτήματα δείκτη

Το κυριότερο μειονέκτημα του εν λόγω δείκτη είναι ότι συνήθως αποτελεί το τελικό αποτέλεσμα των μη αποδεκτών συνθηκών ευζωίας και επομένως είναι δύσκολο να ανατραπούν οι άμεσες επιπτώσεις.

4.2 | Υγεια

Η υγεία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους δείκτες ευζωίας, καθώς η ύπαρξη κάποιας ασθένειας αποτελεί ένδειξη κακών συνθηκών διαβίωσης. Ο δείκτης αυτός περιλαμβάνει πολλές κλινικές περιπτώσεις, όπως φυσικές παθογένειες, μεταδοτικές ασθένειες και εξωπαράσιτα, ενώ επίσης αξιολογείται σε πολλά επίπεδα, από την μακροσκοπική εξέταση έως εξειδικευμένες εργαστηριακές αναλύσεις. Λόγω αυτής της πολυπλοκότητας είναι πολλές φορές δύσκολο να εντοπισθούν έγκαιρα σχέσεις αιτίου-αιτιατού για την καταπολέμηση της ασθένειας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας στη μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια και τη γνώμη ειδικών στον τομέα της ιχθυοπαθολογίας, οι κύριες ασθένειες που αντιμετωπίζουν τα θαλάσσια εκτρεφόμενα ψάρια στην Ελλάδα είναι η Ιογενής Εγκεφαλοπάθεια και Αμφιβληστροειδοπάθεια [Viral Encephalopathy and Retinopathy/Viral Nervous Necrosis (VER/VNN)], η δονακίωση (Vibriosis), η φωτοβακτηρίωση

(Photobacteriosis), η προσβολή από ισόποδα και η προσβολή των βραγχίων από πλατυέλμινθες (Vendramin *et al*., 2016). Οι ασθένειες αυτές έχουν διαφορετικά κλινικά χαρακτηριστικά, διαφορετικούς τρόπους πρόληψης και αντιμετώπισης και φυσικά διαφορές στη δριμύτητα και τη μολυσματικότητά τους. Η εμφάνιση ασθενειών είναι μία φυσική διαδικασία, καθώς παθογόνοι μικροοργανισμοί απαντούνται ούτως ή άλλως στη θάλασσα. Υπάρχουν κάποιες πρακτικές της ιχθυοκαλλιέργειας που μπορεί να ευνοούν την εμφάνιση και κυρίως την εξάπλωση ασθενειών, όπως η υψηλή ιχθυοφόρτιση, η μη καλή κυκλοφορία του νερού από τα δίχτυα και ο συγχρωτισμός. Επιπλέον, πρακτικές που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμούς των ψαριών, όπως η απώλεια λεπιών, ενδέχεται να οδηγήσουν σε αυξημένη πιθανότητα εισόδου παθογόνων σε έναν οργανισμό.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Ο έλεγχος της υγείας των ψαριών είναι μία διαδικασία ρουτίνας που μπορεί να αποτρέψει την εκδήλωση μαζικών εξάρσεων ασθενειών. Αυτός μπορεί να περιλαμβάνει από απλή μακροσκοπική εξέταση έως διεξαγωγή νεκροψιών για εργαστηριακή εκτίμηση της κατάστασης. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων απαιτείται εξειδικευμένο και πιστοποιημένο προσωπικό.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Τακτικοί έλεγχοι, ιδίως σε περιόδους υψηλού ρίσκου, μπορεί να αποτρέψουν την εκδήλωση κάποιας ασθένειας με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων.

Μειονεκτήματα δείκτη

Από την άλλη, η καταγραφή μιας ασθένειας γίνεται μόνο εφόσον αυτή ήδη εμφανιστεί, ακόμα και πριν φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να απειλήσει τον πληθυσμό. Επίσης, η απουσία ασθένειας δε συνεπάγεται εξ ορισμού καλές συνθήκες ευζωίας, γεγονός που καθιστά αναγκαία και την εφαρμογή άλλων δεικτών ευζωίας.

4.3 | Εξωτερική μορφολογία και τραυματισμοί

Η εξωτερική κατάσταση της επιδερμίδας, των πτερυγίων και άλλων δομών, όπως το στόμα και οι οφθαλμοί, αποτελούν σημαντικούς δείκτες ευζωίας, ενώ, εάν παρατηρούνται αλλοιώσεις, έχουν επίσης επίδραση στην εικόνα του τελικού προϊόντος στον καταναλωτή. Οι αιτίες αυτών των αλλοιώσεων, εκτός των σκελετικών διαμαρτιών που καλύπτονται στο επόμενο κεφάλαιο, είναι ποικίλες και περιλαμβάνουν κυρίως τους τραυματισμούς, αλλά και τις ασθένειες, συμπεριλαμβανομένων των παρασιτώσεων, και την κακή διατροφική κατάσταση του ψαριού (Noble et al., 2012).

Τα συχνότερα παρατηρούμενα προβλήματα της επιδερμίδας αφορούν στην απώλεια λεπιών ή και τμημάτων της, στις αιμορραγίες και στις εξελκώσεις. Σημαντική αιτία για την εμφάνιση τέτοιων μορφολογιών είναι οι τραυματισμοί, ενώ μπορούν να αποτελούν επίσης συμπτώματα ασθενειών, όπως η δονακίωση. Οι τραυματισμοί μπορεί να οφείλονται τόσο σε τραυματισμούς στις δομές εκτροφής, όπως δίχτυα ή τοιχώματα δεξαμενών, όσο και σε χειρισμούς, όπως η σύλληψη με απόχη, η έκθεση στον αέρα, η μεταφορά κ.ά.

Τραυματισμοί στα πτερύγια συμβαίνουν για τους λόγους που περιγράφηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα, δύο σημαντικοί παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη τέτοιου τύπου τραυματισμών είναι η υψηλή ιχθυοφόρτιση (Person-Le Ruyet and Le Bayon, 2009; Araújo-Luna et al., 2018), καθώς και η μη επαρκής θρέψη των ψαριών, που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη επιθετικότητα (Goldan et al., 2003; Andrew et al., 2004; Papadakis et al., 2016; Oikonomidou et al., 2019).

Δομές του κρανίου, όπως το στόμα και οι οφθαλμοί, αποτελούν επίσης σημεία ελέγχου της εξωτερικής μορφολογίας των ψαριών (Noble et al., 2012). Ειδικά στην περίπτωση των οφθαλμών η πιο συχνά παρατηρούμενη επιπλοκή είναι η εξοφθαλμία, τα αίτια της οποίας είναι όμως ποικίλα και εκτός των τραυματισμών μπορεί να οφείλεται σε λοιμώδεις νόσους ή στην ύπαρξη αερίων στο αίμα (Noble et al., 2012). Εκτός της εξοφθαλμίας, στους οφθαλμούς μπορεί να παρατηρηθούν αιμορραγίες ή καταρράκτης, με τον τελευταίο να παρατηρείται συχνότερα στην τσιπούρα απ' ότι στο λαβράκι (Bjerkós et al., 2000). Προβλήματα στο στόμα ή στους οφθαλμούς αναμένεται να επιδρούν αρνητικά στην ευζωία των ψαριών, καθώς επηρεάζουν την ικανότητα για θρέψη και την εκδήλωση φυσικών συμπεριφορών, ενώ μπορεί να προκαλέσουν ακόμα και τον θάνατο (Noble et al., 2012).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η καταγραφή τραυματισμών, ιδίως της επιδερμίδας, μπορεί να γίνει είτε σε επίπεδο αποθέματος, π.χ. παρατήρηση λεπιών ή αίματος στο νερό, είτε με ατομική μακροσκοπική εξέταση των ψαριών. Για τον έλεγχο των υπόλοιπων περιπτώσεων τραυματισμών απαιτείται ατομική μακροσκοπική εξέταση. Οι τραυματισμοί μπορεί να καταγράφονται σαν «παρουσία» ή «μη παρουσία», ενώ για πιο λεπτομερή καταγραφή μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα αξιολόγησης της δριμύτητας του τραυματισμού, όπως π.χ. η πενταβάθμια κλίμακα που έχει προταθεί για τα πτερύγια στο λαβράκι από τους Ruyet and Bayon (2009). Επί του παρόντος δεν υπάρχει δημοσιευμένη κάποια κλίμακα που να κατηγοριοποιεί όλους τους πιθανούς τραυματισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Αύξηση στη συχνότητα τραυματισμών υποδεικνύει κακές συνθήκες διαβίωσης. Αποτελεί έναν πολύ χρήσιμο δείκτη για την αξιολόγηση πρακτικών που εφαρμόζουν χειρισμούς στα ζώα, όπως συγχρωτισμός, έκθεση στον αέρα, μεταφορά, προληπτικές θεραπείες κ.ά.

Μειονεκτήματα δείκτη

Δεν είναι πάντα εύκολο να αναγνωριστεί η αιτία που προκαλεί τη δύσμορφη όψη των ψαριών, π.χ. την εξοφθαλμία. Όταν παρατηρηθεί αύξηση στη συχνότητα τραυματισμών, σημαίνει ότι έχει ήδη επέλθει πτώση των συνθηκών διαβίωσης.

4.4 | Δυσμορφίες[2]

Οι σκελετικές δυσμορφίες αφορούν παραμορφώσεις του σκελετού, όπως το κρανίο, συμπεριλαμβανομένων των σιαγόνων, τη σπονδυλική στήλη, τα περιφερειακά οστά και τα οστά του βραγχιακού καλύμματος. Εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό κατά τη νυμφική εκτροφή και συνήθως ακολουθούν τα άτομα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Τέτοιου τύπου παραμορφώσεις συναντώνται και σε άγρια άτομα, σε χαμηλότερα όμως ποσοστά απ' ότι στα εκτρεφόμενα (Sola *et al.*, 1998; Sfakianakis *et al.*, 2013).

Ψάρια με σκελετικές δυσμορφίες αποτελούν πρόβλημα για τους παραγωγούς, καθώς δεν επιλέγονται από τον καταναλωτή. Εκτός αυτού, όμως, οι δυσμορφίες ενδέχεται να προκαλούν πρόβλημα και στην ευζωία των ψαριών. Συγκεκριμένα, παρ' όλο που δεν είναι γνωστό εάν οι σκελετικές παραμορφώσεις προξενούν πόνο στα ψάρια (Branson and Turnbull, 2008), είναι δεδομένο ότι ψάρια με τέτοιες δυσμορφίες μπορεί να εμφανίζουν αυξημένη θνησιμότητα (Koumoundouros, 2002), δυσκολία στη θρέψη και στην αναπνοή, ειδικά όταν πρόκειται για παραμορφώσεις του κρανίου (Noble *et al.*, 2012), καθώς και χαμηλότερη κολυμβητική απόδοση, ιδίως όσον αφορά σε παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης (Basaran *et al.*, 2007).

[2] Θέματα σχετικά με συγγενείς ανωμαλίες και διαμαρτίες της διάπλασης θα αναφερθούν σε άλλη σχετική έκδοση.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην εμφάνιση σκελετικών παραμορφώσεων είναι τόσο περιβαλλοντικοί όσο και γενετικοί. Έτσι, και στα δύο είδη έχει φανεί ότι η θερμοκρασία της νυμφικής εκτροφής μπορεί να επηρεάσει έντονα τη συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στο κρανίο και στη σπονδυλική στήλη (Sfakianakis *et al*., 2006; Georgakopoulou *et al*., 2007, 2010). Επίδραση στην εμφάνιση παραμορφώσεων της σπονδυλικής στήλης και κυρίως στη λόρδωση έχει και η ταχύτητα των ρευμάτων (Chatain, 1994; Divanach *et al*., 1997). Επιπλέον, μικροί ωφέλιμοι όγκοι της μονάδας εκτροφής, αλλά και υψηλές πυκνότητες εκτροφής φαίνεται να οδηγούν σε αύξηση του ποσοστού των ατόμων με σκελετικές παραμορφώσεις (Can, 2013; Prestinicola *et al*., 2013; Lika *et al*., 2015). Τέλος, στο λαβράκι η κακή διατροφική κατάσταση των γεννητόρων φαίνεται να οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού των παραμορφωμένων ατόμων στους απογόνους τους (Cerdá *et al*., 1994), ενώ και η διατροφή των νυμφών επιδρά στην εμφάνιση δυσμορφιών, με τη μείωση της εμφάνισής τους, όταν οι νύμφες τρέφονται με τροφές πλούσιες σε αμινοξέα (Cahu *et al*., 2003a) και φωσφολιπίδια (Cahu *et al*., 2003b).

Όσον αφορά στην επίδραση του γενετικού παράγοντα, έχει φανεί τόσο στο λαβράκι(Bardon *et al*., 2009; Karahan *et al*., 2013) όσο και στην τσιπούρα (García-Celdrán *et al*., 2015; Lee-Montero *et al*., 2015; Negrín-Báez *et al*., 2015a) ότι οι σκελετικές παραμορφώσεις, ιδίως της σπονδυλικής στήλης, έχουν μέτρια με υψηλή κληρονομησιμότητα. Στην τσιπούρα έχουν αναγνωριστεί γενετικοί τόποι που σχετίζονται με την εμφάνιση σκελετικών δυσμορφιών (Negrín-Báez *et al*., 2015b).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η καταγραφή των σκελετικών παραμορφώσεων γίνεται με οπτική παρατήρηση (κυρίως σε μεγάλα άτομα), φωτογράφιση μετά από χρώση (κυρίως σε νύμφες) και απεικόνιση με ακτίνες Χ. Το εύρος των σκελετικών δυσμορφιών είναι πολύ μεγάλο και για το λόγο αυτό συνήθως κατηγοριοποιούνται σε ομάδες, ανάλογα με το είδος ή/και τη δριμύτητά τους.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Είναι σχετικά εύκολος στην καταγραφή, ειδικά σε μεγάλα άτομα.

Μειονεκτήματα δείκτη

Ειδικά κατά την οπτική παρατήρηση, μπορεί να υπεισέρχεται θέμα αντικειμενικότητας του παρατηρητή. Επομένως, για αξιόπιστα αποτελέσματα απαιτούνται άνω του ενός παρατηρητές. Επίσης, λόγω των διαφόρων αιτιών που μπορεί να προκαλούν τις σκελετικές παραμορφώσεις, είναι δύσκολο να εντοπιστούν σχέσεις αίτιου-αιτιατού.

4.5 | Διατροφή και όρεξη για θρέψη

Η διατροφή και συγκεκριμένα η όρεξη για θρέψη μπορεί να αποτελέσει ένα δείκτη ευζωίας, παρά το γεγονός ότι είναι δύσκολο να αναγνωριστούν οι αιτίες που προκαλούν ανορεξία. Είναι δεδομένο ότι το στρες και οι κακές συνθήκες διαβίωσης επιδρούν αρνητικά στη διατροφή και τη θρέψη των ψαριών (Pichavant *et al*., 2001; Rubio *et al*., 2010; Leal *et al*., 2011). Έχει παρατηρηθεί ότι ακόμα και απλές διαχειριστικές πρακτικές, όπως το καθάρισμα της δεξαμενής, μπορεί να προκαλέσουν αποχή από ή μειωμένη όρεξη για φαγητό, ιδίως στο λαβράκι (Rubio *et al*., 2010), ενώ η τσιπούρα φαίνεται να είναι πιο ανθεκτική στην όχληση (Samaras *et al*., 2018b).

Παρ' όλα αυτά, η όρεξη για λήψη τροφής επηρεάζεται από πολλές ακόμα παραμέτρους, όπως η γενετική προδιάθεση, η φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού, η πληρότητα του στομάχου την ώρα της παροχής τροφής, η σύσταση της τροφής, οι περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς επίσης ο ενδεχόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των ατόμων. Η θερμοκρασία φαίνεται να παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης, αυξάνοντας με την αύξηση της θερμοκρασίας την κατανάλωση της τροφής (Russell *et al*., 1996; Peres and Oliva-Teles, 1999a), έως ένα πλατό στις υψηλές θερμοκρασίες των 28-30°C (Person-

LeRuyet *et al*., 2004). Επίσης, μπορεί να επηρεάζουν την όρεξη η συγκέντρωση του διαθέσιμου οξυγόνου, (Pichavant *et al*., 2001), καθώς και η φωτοπερίοδος (Ginés *et al*., 2004).

Είναι επομένως φανερό ότι μειωμένη κατανάλωση τροφής δε σχετίζεται απαραίτητα με κακές συνθήκες διαβίωσης. Είναι επίσης σημαντικό να τονιστεί ότι στο φυσικό τους περιβάλλον τα ψάρια μπορεί να διανύσουν περιόδους κατά τις οποίες δεν τρέφονται. Συνεπώς, μειωμένη τροφοληψία δε σημαίνει αυτόματα ότι επηρεάζεται η ευζωία των ψαριών (Caruso *et al*., 2011; Chatzifotis *et al*., 2011; Peres *et al*., 2011; Skrzynska *et al*., 2017). Όμως, σε συνθήκες εντατικής εκτροφής, πρέπει να αποφεύγεται η παροχή λιγότερης από την επιθυμητή τροφή, γιατί μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο ανταγωνισμό μεταξύ των ατόμων (Goldan *et al*., 2003; Andrew *et al*., 2004; Papadakis *et al*., 2016; Oikonomidou *et al*., 2019) και εμμέσως σε μειωμένη ευζωία. Από την άλλη, παροχή τροφής παραπάνω από την απαιτούμενη ποσότητα οδηγεί σε σπατάλη πόρων για τον παραγωγό. Είναι επομένως απαραίτητο να ελέγχεται η ποσότητα της παρεχόμενης τροφής και να προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις των ψαριών. Αυτό δεν είναι εύκολο στην πράξη και αποτελεί αντικείμενο εντατικής μελέτης, ενώ τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στην ιχθυοκαλλιέργεια, όπως έλεγχος με κάμερες, εφαρμογή του internet of things και της τεχνητής νοημοσύνης.

Τέλος, η σύσταση της τροφής μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ευζωία των ψαριών με την εμφάνιση «διατροφικών ασθενειών», όπως η λιπίδωση, κυρίως του ήπατος (Amar & Lavilla-Pitogo 2004; Caballero *et al*., 2004), αλλά και η έλλειψη απαραίτητων λιπαρών οξέων (Montero *et al*., 2004; Skalli *et al*., 2006), αμινοξέων, βιταμινών και ανόργανων στοιχείων, όπως ο φώσφορος (Kousoulaki *et al*., 2015).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Οι μονάδες εκτροφής αρκετά συχνά διατηρούν δεδομένα του ημερήσιου ποσού παρεχόμενης τροφής στους ιχθυοκλωβούς, το οποίο εκφραζόμενο αναλογικά με τη βιομάζα ή τον αριθμό ατόμων του πληθυσμού αποτελεί μία ένδειξη της όρεξης. Ειδικά σε περιπτώσεις ταΐσματος με το χέρι, όπου το προσωπικό παρέχει τροφή μέχρι να παρατηρηθεί κορεσμός, τα δεδομένα αυτά έχουν ιδιαίτερη αξία για τη σύγκριση της όρεξης που παρατηρείται μία δεδομένη χρονική στιγμή σε έναν κλωβό. Νέες τεχνολογίες, όπως υποβρύχιες κάμερες και αυτόματα συστήματα ανάλυσης, αναμένεται να βοηθήσουν ιδιαίτερα στην κατεύθυνση αυτή.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Η εκτίμηση της όρεξης είναι ένας εύκολα μετρήσιμος και μη επεμβατικός δείκτης, χωρίς να απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει μία άμεση ένδειξη μειωμένης ευζωίας, ωθώντας προς το διεξοδικότερο έλεγχο για την εύρεση και την αντιμετώπιση των αιτιών. Τέλος, μπορεί να αξιοποιηθεί ως εκ των υστέρων δείκτης ελέγχου της επίπτωσης κάποιου χειρισμού, καθώς τα ψάρια εμφανίζουν μηδενική ή μειωμένη όρεξη για φαγητό μετά από στρες, η διάρκεια και ένταση της οποίας, στο λαβράκι, εξαρτάται από τη δριμύτητα του χειρισμού (Rubio *et al*., 2010).

Μειονεκτήματα δείκτη

Το γεγονός ότι η όρεξη μπορεί να επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες εκτός της μειωμένης ευζωίας αλλά και ότι η ακριβής εκτίμηση και σύγκρισή της με «αναμενόμενες» ή «φυσιολογικές» τιμές είναι δύσκολη συνιστούν τις δύο βασικότερες αδυναμίες του εν λόγω δείκτη.

4.6 | Σωματική Αύξηση

Η σωματική αύξηση είναι ένας κοινά χρησιμοποιούμενος δείκτης, καθώς ένα υγιές ψάρι που τρέφεται σωστά αναμένεται να αυξάνει το μέγεθός του. Όπως και στην περίπτωση της διατροφής, η σωματική αύξηση μπορεί να επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους εκτός των κακών συνθηκών ευζωίας. Έτσι, η αύξηση εξαρτάται άμεσα από τη γενετική προέλευση του αποθέματος, το αναπτυξιακό στάδιο, τη θερμοκρασία και τη φυσιολογική κατάσταση των ιχθύων.

Υπάρχουν όμως και παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη σωματική αύξηση. Μεταξύ αυτών η ποιότητα του νερού (Pichavant *et al.*, 2001; Cadiz *et al.*, 2018a; Yilmaz *et al.*, 2020), η διατροφική αξία και ο τρόπος παροχής της τροφής (Montero *et al.*, 2004; Skalli *et al.*, 2006; Kousoulaki *et al.*, 2015), το στρες (Rubio *et al.*, 2010; Samaras *et al.*, 2018b), η πυκνότητα εκτροφής (Sammouth *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2010; Sónchez-Muros *et al.*, 2017; Araǒjo-Luna *et al.*, 2018; Carbonara *et al.*, 2019b) και η υγεία των ψαριών έχουν μεγάλη επίδραση στην αύξηση των ψαριών. Μειωμένος ρυθμός σωματικής αύξησης θα πρέπει να αποτελεί ένδειξη για τον παραγωγό, έτσι ώστε να ελέγχεται διεξοδικά –σε συνδυασμό με άλλους δείκτες ευζωίας– εάν και κατά πόσο τα ψάρια αντιμετωπίζουν κακές συνθήκες διαβίωσης.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Η σωματική αύξηση στα εκτρεφόμενα ψάρια συνήθως αναφέρεται στην αύξηση του σωματικού βάρους και σε μικρότερο βαθμό στο μήκος του σώματος. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι να εκφραστεί η σωματική αύξηση, με τον πιο κοινά χρησιμοποιούμενο να είναι ο «ειδικός ρυθμός αύξησης» (SGR%), που εκφράζει την ποσοστιαία αύξηση του βάρους ανά ημέρα για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται έγκυρα δεδομένα βάρους, που σε περιπτώσεις εκτροφής χιλιάδων ψαριών μέσα σε πλωτούς κλωβούς είναι δύσκολο να αποκτηθούν με τις συνήθεις δειγματοληπτικές μετρήσεις. Νέες τεχνολογίες με μη επεμβατικές μεθόδους μέτρησης, όπως υποβρύχια drones με κάμερες και κατάλληλο λογισμικό, αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια για την εκτίμηση του βάρους και αναμένεται να χρησιμοποιηθούν πιλοτικά.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Είναι ένας δείκτης που παρακολουθείται ήδη σε πολλές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας. Μείωση του αυξητικού ρυθμού ενδέχεται να σχετίζεται με μειωμένη ευζωία, αποτελώντας έτσι έναν δείκτη άμεσης προειδοποίησης.

Μειονεκτήματα δείκτη

Όπως αναφέρθηκε, σε συνθήκες εκτροφής χιλιάδων ψαριών σε πλωτούς κλωβούς είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ο δείκτης έγκυρα και με σωστή αντιπροσώπευση όλου του πληθυσμού. Επίσης, για να αξιολογηθεί εάν και σε ποιο βαθμό ο παρατηρούμενος ρυθμός αύξησης των ψαριών είναι χαμηλός, πρέπει να υπάρχουν δεδομένα προηγούμενων ετών από κάθε περιοχή, ώστε να ελέγχονται συγκριτικά.

4.7 | Αναπνευστικός ρυθμός

Οι απαιτήσεις για οξυγόνο αυξάνονται όταν ένας οργανισμός είναι σε καταπόνηση. Αυτό μπορεί να αποτυπωθεί στην ταχεία αύξηση του αναπνευστικού ρυθμού. Συγκεκριμένα, ο αναπνευστικός ρυθμός χρησιμοποιείται ως ένας εύκολα παρατηρήσιμος δείκτης του στρες στα ψάρια (Poulton *et al.*, 2017; Spiga *et al.*, 2017). Φυσικά, ο αναπνευστικός ρυθμός δεν εμφανίζει αλλαγές μόνο κάτω από συνθήκες στρες, αλλά μπορεί να αποτυπώνει μεταβολές σε περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, η

αλατότητα και το διαθέσιμο οξυγόνο (Dalla Via *et al.*, 1998; Claireaux and Lagardère, 1999), καθώς και στη διατροφική κατάσταση και στις ενεργειακές απαιτήσεις του ζώου (Peixoto *et al.*, 2016).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Για την εκτίμηση αυτού του δείκτη χρειάζεται η καταγραφή του αριθμού των αναπνευστικών κινήσεων του επικαλυμματικού οστού στη μονάδα του χρόνου. Σε συνθήκες ιχθυοκαλλιέργειας είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί με ακρίβεια και είναι ευκολότερο να εκτιμάται πρόχειρα ως συγκριτική αποτύπωση του αναπνευστικού ρυθμού από το προσωπικό των μονάδων κατά τη διάρκεια ημερήσιων πρακτικών ρουτίνας, ώστε σε περιπτώσεις έντονης αύξησής του να χρησιμοποιηθεί προειδοποιητικά για τον ενδελεχή έλεγχο άλλων, λεπτομερέστερων, δεικτών. Ακριβέστερη εκτίμηση του δείκτη μπορεί να γίνει σε εργαστηριακό επίπεδο με την καταγραφή ατομικών μετρήσεων. Σε κάθε περίπτωση, για να μετρηθεί, είτε με ακρίβεια είτε σχετικά, είναι απαραίτητο τα ψάρια να βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας με χαμηλή κινητικότητα.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Είναι ένας σημαντικός δείκτης για την εκτίμηση της ευζωίας, ο οποίος μπορεί να ελέγχεται τακτικά από το προσωπικό των μονάδων κατά τις πρακτικές ρουτίνας. Δεν έχει κόστος.

Μειονεκτήματα δείκτη

Είναι δύσκολο να καταγραφεί με ακρίβεια σε συνθήκες ιχθυοκαλλιέργειας με χιλιάδες ψάρια ανά κλωβό. Για την ακριβή καταγραφή του απαιτείται ατομικός έλεγχος των ζώων, μια πρακτική που αναμένεται όμως να προκαλεί στρες και κατ' επέκταση αύξηση του αναπνευστικού ρυθμού. Επίσης, επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους χωρίς να υποκρύπτεται πάντα αλλοίωση των συνθηκών διαβίωσης, π.χ. φυσιολογικές εποχιακές αυξήσεις της θερμοκρασίας.

4.8 | Ωρίμανση και ωοτοκία

Ο δείκτης αυτός αφορά κυρίως δύο τύπους εκτροφής, αυτής των γεννητόρων και εκείνης των ιχθύων που καλλιεργούνται για πώληση ως προϊόν στις μεγάλες εμπορικές κλάσεις βάρους.

Ειδικά στην περίπτωση της διαχείρισης των γεννητόρων υπάρχει μια σειρά από πρακτικές που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ευζωία. Οι κύριες πρακτικές που πραγματοποιούνται στη μονάδα των γεννητόρων είναι:

1. Ατομικό μαρκάρισμα των ψαριών (ειδικά σε προγράμματα γενετικής επιλογής).
2. Ελαφριά πίεση των κοιλιακών τοιχωμάτων (stripping) ή/και βιοψίες για καθορισμό φύλου/σταδίου γοναδικής ωρίμανσης.
3. Μεταβολή περιβαλλοντικών παραμέτρων, κυρίως φωτοπεριόδου ή/και θερμοκρασίας, για παραγωγή αυγών εκτός εποχής.
4. Ορμονική θεραπεία για πρόκληση ωοτοκίας ή/και απελευθέρωση του σπέρματος.
5. Γενετική επιλογή.
6. Στην περίπτωση της τσιπούρας, αλλαγή κοινωνικών σχέσεων με την προσθήκη στο απόθεμα νέων μικρότερης ηλικίας αρσενικών.

Τα αποθέματα των γεννητόρων συχνά μαρκάρονται ατομικά με μάρκες παθητικής αναμετάδοσης (Passive Integrated Transponder, PIT-tag) με σκοπό την ατομική αναγνώρισή τους. Αυτή η πρακτική είναι ιδιαίτερα διαδομένη σε αποθέματα που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα γενετικής επιλογής και όπου οι γεννήτορες επιλέγονται βάσει των γενετικών και φαινοτυπικών χαρακτηριστικών τους. Η τεχνική αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται κάτω από αναισθησία.

Για τον έλεγχο της αναλογίας φύλου, όποτε αυτό είναι απαραίτητο, γίνεται έλεγχος του ποσοστού των ατόμων που απελευθερώνουν σπέρμα μετά από πίεση της κοιλιακής χώρας (*stripping*). Η τσιπούρα εμφανίζει μία ιδιαιτερότητα ως προς το χαρακτηριστικό αυτό, καθώς ως πρώτανδρο είδος ωριμάζει αρχικά ως αρσενικό, ενώ από το δεύτερο και κυρίως τον τρίτο χρόνο ζωής παρατηρείται αναστροφή φύλου σε ορισμένα άτομα σε θηλυκό. Η τεχνική αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται κάτω από αναισθησία.

Για πιο λεπτομερή έλεγχο της αναπαραγωγικής ωρίμανσης μπορούν επιπλέον να γίνουν ορμονικοί έλεγχοι (μετά από αιμοληψία), καθώς και βιοψίες, κυρίως στα θηλυκά άτομα, ώστε να καταγραφεί με ακρίβεια το στάδιο ωρίμανσης των γονάδων. Είναι σημαντικό να καταγράφεται ο δείκτης αυτός, καθώς η σεξουαλική ωρίμανση μπορεί να επιφέρει αλλαγές συμπεριφοράς, ειδικά στις περιόδους ωοτοκίας, κατά τις οποίες θα πρέπει να μεταβάλλονται ανάλογα και οι διαχειριστικές πρακτικές, ώστε να αποφεύγονται μη απαραίτητες οχλήσεις στα ψάρια.

Για την επαγωγή της εκτός εποχής παραγωγής αυγών είναι σύνηθες να λαμβάνουν χώρα μεταβολές στη φωτοπερίοδο ή/και στη θερμοκρασία (Carrillo *et al.*, 1989; Maóanós *et al.*, 1997; Kissil *et al.*, 2001). Ο τρόπος αλλαγής της φωτοπεριόδου, η ένταση, αλλά και η ποιότητα του φωτισμού που θα χρησιμοποιηθεί δύναται να έχει επιπτώσεις και στην ευζωία των ζώων, όπως λόγου χάρη στην αύξηση και στην κατανάλωση τροφής (Kissil *et al.*, 2001; Ginés *et al.*, 2003).

Συχνή είναι επίσης η χρήση ορμονικών θεραπειών για την επαγωγή και το συγχρονισμό της ωρίμανσης και της ωοτοκίας (Zohar and Gordin, 1979; Mylonas *et al.*, 2003). Για να συμβεί αυτό απαιτούνται χειρισμοί των ζώων, όπως σύλληψη, έκθεση στον αέρα και αναισθησία. Πρέπει, επομένως, να ελέγχονται συμπληρωματικά και άλλοι δείκτες ευζωίας, όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Τέλος, μετά το πέρας της διαδικασίας υπάρχει έλεγχος και καταγραφή του σταδίου ωρίμανσης και της επιτυχούς ή μη ωοτοκίας.

Προγράμματα γενετικής επιλογής, που αποσκοπούν στη βελτίωση του αυξητικού ρυθμού ή/και σε βελτίωση της ανθεκτικότητας σε ασθένειες, ενδέχεται επίσης να αποτελούν μία πρόκληση για την ευζωία των ψαριών που επισείει περαιτέρω μελέτης (Hastein, 2004; Humane Society International, 2012). Επιπλέον, επιλογή για επιθυμητά χαρακτηριστικά ενδέχεται να οδηγήσει σε συν-επιλογή μη επιθυμητών χαρακτηριστικών με αντίκτυπο στην ευζωία των απογόνων.

Καθώς η τσιπούρα είναι ένα ερμαφρόδιτο είδος με πρωτανδρία, όπου το φύλο επηρεάζεται και από κοινωνικές παραμέτρους, είσοδος νεαρών αρσενικών στο απόθεμα μπορεί να μεταβάλει τις κοινωνικές ισορροπίες, οδηγώντας σε αύξηση μεταστροφής φύλου σε μεγαλύτερα σε ηλικία αρσενικά άτομα (FAO, 2005). Επιπλέον, ύπαρξη περισσότερων θηλυκών καθυστερεί τη μεταστροφή φύλου σε νεότερα αρσενικά.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στην ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια δε χρησιμοποιούνται τεχνικές που προκαλούν πολυπλοειδία ή στειρότητα και οι οποίες αποσκοπούν στη βελτίωση του αυξητικού ρυθμού, συνοδευόμενες όμως από προκλήσεις στην ευζωία των ζώων (Hastein, 2004).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Ο πιο συχνός τρόπος ελέγχου φύλου σε αναπαραγωγικά ώριμα άτομα είναι η καταγραφή του ποσοστού των ατόμων που εκκρίνουν σπέρμα μετά από τη διαδικασία του stripping. Για πιο λεπτομερή εξέταση μπορεί να γίνουν εργαστηριακές αναλύσεις, όπως βιοψίες ή ορμονικές εξετάσεις. Επιπλέον, για την ορθή εκτίμηση των πρακτικών που εφαρμόζονται σε επίπεδο γεννητόρων απαιτείται η παράλληλη μέτρηση άλλων έμμεσων (π.χ. περιβαλλοντικών) και βιολογικών (όπως αύξηση, συμπεριφορά, υγεία), εκτενής περιγραφή των οποίων θα γίνει στο Κεφάλαιο 6.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Η γνώση του επιπέδου αναπαραγωγικής ωρίμανσης είναι σημαντική, καθώς μπορεί να καθορίσει τις διαχειριστικές πρακτικές που πρέπει να ακολουθηθούν σε έναν πληθυσμό, ιδίως κατά τις περιόδους ωοτοκίας.

Μειονεκτήματα δείκτη

Είναι δύσκολο να γίνει έγκαιρη ανίχνευση της αναπαραγωγικής ωρίμανσης, παρά μόνο με λεπτομερείς και σημαντικού κόστους εργαστηριακούς ελέγχους.

4.9 | Δείκτες φυσιολογίας

Υπάρχει μια σειρά δεικτών φυσιολογίας που σχετίζονται με την ευζωία των ψαριών. Αυτοί περιλαμβάνουν κυρίως ορμονικούς, βιοχημικούς, ωσμωρυθμιστικούς και αιματολογικούς δείκτες (Πίνακας 4.1.).

Πίνακας **4.1.** Δείκτες ευζωίας σε επίπεδο φυσιολογίας.

	Κατηγορίες δεικτών φυσιολογίας				
			Φυσικοχημικοί		
Δείκτες	**Ορμονικοί**	**Βιοχημικοί**	**Ωσμωρυθμιστικοί**	**Οξειδ/ωγης**	**Αιματολογικοί**
	Κορτιζόλη	Γλυκόζη	Ωσμωτική πίεση	pH μυών	Αιματοκρίτης
		Γαλακτικό οξύ		pH αίματος	Αιμοσφαιρίνη

Η **κορτιζόλη** θεωρείται η κύρια ορμόνη του στρες, η οποία μαζί με τις κατεχολαμίνες, την αδρεναλίνη και τη νοραδρεναλίνη, ρυθμίζει τις αποκρίσεις ενός οργανισμού στην καταπόνηση. Σε αντίθεση με τις κατεχολαμίνες που έχουν άμεση απόκριση, της τάξης δευτερολέπτων έως λίγων λεπτών μετά το στρες, η κορτιζόλη εμφανίζει πιο αργή αλλά και με μεγαλύτερη διάρκεια δράση. Συγκεκριμένα, στο λαβράκι μέγιστες συγκεντρώσεις κορτιζόλης στο αίμα παρατηρούνται στη 1 ώρα μετά το στρες, με επαναφορά σε αρχικά επίπεδα στις 2 ώρες, ενώ στην τσιπούρα οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται κατά το διάστημα 0.5-2 ωρών, με επαναφορά 4 ώρες μετά (Fanouraki *et al.*, 2011). Επιπλέον, καθώς η κορτιζόλη ρυθμίζει άλλες αποκρίσεις, όπως η ανακατανομή της ενέργειας και η ωσμωρύθμιση, θεωρείται ένας πολύ αξιόπιστος δείκτης της οξείας καταπόνησης (Ellis *et al.*, 2012). Από την άλλη, δε θεωρείται αξιόπιστος δείκτης χρόνιας καταπόνησης, καθώς κάτω από μακροχρόνια κακές συνθήκες διαβίωσης φαίνεται να διατηρεί σταθερά τα επίπεδά της (Tort *et al.*, 1996; Rotllant *et al.*, 2000b; Barton *et al.*, 2005; Di Marco *et al.*, 2008; Lupatsch *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010; Samaras *et al.*, 2018b), εμφανίζοντας όμως αδυναμία φυσιολογικής απόκρισης μετά από ένα επιπλέον συμβάν οξείας καταπόνησης (Di Marco *et al.*, 2008; Lupatsch *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010; Samaras *et al.*,

2018b). Επιπλέον, η κορτιζόλη μπορεί να επηρεάζεται από περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως π.χ. θετική συσχέτιση με τη θερμοκρασία (Pascoli *et al.*, 2011; Samaras *et al.*, 2018a), με τις αλλαγές αυτές να συμβαίνουν ως προσαρμοστικές διαδικασίες για την προετοιμασία του οργανισμού να ανταποκριθεί στις αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις που θέτει η υψηλή θερμοκρασία και να μη σχετίζονται άμεσα με κακές συνθήκες διαβίωσης (Samaras *et al.*, 2018a).

Αύξηση στη συγκέντρωση των κατεχολαμινών και της κορτιζόλης προκαλεί αύξηση των συγκεντρώσεων γλυκόζης μέσω της γλυκονεογένεσης (δηλ. σύνθεση γλυκόζης από μη υδατανθρακούχες ενώσεις) και της γλυκογενόλυσης (δηλ. η αποδόμηση του γλυκογόνου) αντίστοιχα (Mommsen *et al.*, 1999; Barton, 2002). Η **γλυκόζη** αποτελεί επομένως έναν επίσης αξιόπιστο δείκτη οξείας καταπόνησης, η απόκριση της οποίας στο στρες είναι πιο αργή και με μεγαλύτερη διάρκεια απ' ότι η κορτιζόλη (Fanouraki *et al.*, 2011; Samaras *et al.*, 2016, 2018a). Συγκεκριμένα, στο λαβράκι οι μέγιστες συγκεντρώσεις γλυκόζης στο αίμα παρατηρούνται 1-2 ώρες μετά το στρες, με επαναφορά σε αρχικές τιμές στις 24 ώρες, ενώ στην τσιπούρα η υψηλότερη απόκριση παρατηρείται στις 2 ώρες, με επαναφορά στις 8 ώρες (Fanouraki *et al.*, 2011). Από την άλλη, η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα επηρεάζεται από τη διατροφική κατάσταση, καθώς μετά από ένα γεύμα εμφανίζονται αυξημένα επίπεδα μετά από 3-6 ώρες στο λαβράκι και 1-3 ώρες στην τσιπούρα, με επαναφορά στα πρότερα επίπεδα μετά από 12 ώρες και για τα δύο είδη (Peres and Oliva-Teles, 1999b; Peres *et al.*, 1999; Robaina *et al.*, 1999). Αν και γενικά και τα δύο είδη θεωρείται ότι είναι ικανά να διατηρούν τις συγκεντρώσεις γλυκόζης σε στενά όρια μέσω ομοιοστατικών μηχανισμών, π.χ. αποθήκευση περίσσειας υδατανθράκων σε γλυκογόνο, η ποιοτική σύσταση της τροφής μπορεί επίσης να επιφέρει μικρές αλλαγές στη γλυκόζη (Enes *et al.*, 2011). Τέλος, για τη σωστή εκτίμηση του δείκτη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι περιβαλλοντικοί παράμετροι, όπως η θερμοκρασία (Samaras *et al.*, 2016, 2018a; Papaharisis *et al.*, 2019), επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις αίματος της γλυκόζης.

Το **γαλακτικό οξύ** είναι επίσης ένας δείκτης οξείας καταπόνησης, ιδίως όσον αφορά σε στρες που περιλαμβάνει έντονη μυϊκή δραστηριότητα. Το γαλακτικό οξύ αποτελεί το τελικό προϊόν του αναερόβιου μεταβολισμού, ο οποίος λαμβάνει χώρα όταν η δραστηριότητα είναι έντονη και διαρκής και δεν είναι δυνατό να καλυφθούν οι ανάγκες από τον αερόβιο μεταβολισμό. Μετά από οξεία καταπόνηση η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα εμφανίζει ταχεία αύξηση, ήδη σε 30 min μετά το στρες, με επιστροφή σε φυσιολογικά επίπεδα στις 4 ώρες (Fanouraki *et al.*, 2011). Αποτελεί επομένως αξιόπιστο δείκτη για χειρισμούς που προκαλούν μυϊκή δραστηριότητα (π.χ. αυξημένη κολυμβητική δραστηριότητα ή/και επιτάχυνση). Επιπλέον, αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα μπορεί να παρατηρηθεί και σε καταστάσεις χαμηλού κορεσμού οξυγόνου (Magnoni *et al.*, 2017; Martos-Sitcha *et al.*, 2017; Cadiz *et al.*, 2018a), καθώς είναι πιο δύσκολο να εκπληρωθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις από τον αερόβιο μεταβολισμό.

Συσσώρευση γαλακτικού οξέος στο μυ οδηγεί σε απελευθέρωση αυτού στο αίμα με αποτέλεσμα την πτώση του **pH** τόσο του μυ όσο και του αίματος (Milligan, 1996; Samaras *et al.*, 2016). Για τον λόγο αυτό, τόσο η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα όσο και στο pH των μυών χρησιμοποιούνται συχνά για την εκτίμηση της επίδρασης του τρόπου εξαλίευσης, στο στρες που προκαλείται στο ψάρι, στον χρόνο εμφάνισης της νεκρικής ακαμψίας, στην ποιότητα της σάρκας και στον χρόνο διατήρησης του προϊόντος (Trocino *et al.*, 2005; Bagni *et al.*, 2007; Matos *et al.*, 2010; Papaharisis *et al.*, 2019).

Η **ωσμωτική πίεση** του ορού ή του πλάσματος θεωρείται επίσης πολύ αξιόπιστος δείκτης οξείας καταπόνησης, αλλά και συνολικά της φυσιολογικής κατάστασης ενός ατόμου. Σε ένα υπέρτονο περιβάλλον όπως το θαλασσινό νερό (περίπου 1.000 mOsm kg^{-1}) τα ψάρια πρέπει να διατηρούν ενεργά την ωσμωτική τους ισορροπία (320-380 mOsm kg^{-1}και για τα δύο είδη μελέτης) καταναλώνοντας ενέργεια. Στη διατήρηση αυτής της ισορροπίας συμμετέχουν όργανα όπως το δέρμα, οι νεφροί, το έντερο και κυρίως τα βράγχια, ενώ μία σημαντική ορμόνη που συμβάλλει στην ωσμωτική ισορροπία είναι η κορτιζόλη (Mommsen *et al.*, 1999). Απότομη αλλαγή της αλατότητας του νερού προκαλεί έντονα προβλήματα στην ωσμωτική ρύθμιση και μπορεί να οδηγήσει στον θάνατο (Cataudella *et al.*, 1991; Marino *et al.*, 1994; Mabrouk and Nour, 2011). Η φυσιολογική κατάσταση του ψαριού μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα ρύθμισης της ωσμωτικής πίεσης, όπως π.χ. η νηστεία που οδηγεί σε αδυναμία ωσμωρύθμισης μετά από μεταβολή της αλατότητας (Sinha *et al.*, 2015).

Οι αιματολογικοί δείκτες **αιματοκρίτης** και **αιμοσφαιρίνη** αντικατοπτρίζουν την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο. Ο αιματοκρίτης απεικονίζει τον όγκο που καταλαμβάνουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια ως ποσοστό του συνολικού όγκου του αίματος. Είναι δύσκολο να ορισθούν τα εύρη των φυσιολογικών τιμών αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης, καθώς επηρεάζονται, εκτός από τη φυσιολογική κατάσταση του ατόμου, και από περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος και το οξυγόνο (Lupi *et al.*, 2005; Pascoli *et al.*, 2011; Samaras *et al.*, 2016; Fazio *et al.*, 2018), αλλά και το στρες (Fazio *et al.*, 2015; Samaras *et al.*, 2016). Γενικά, σε υγιή και χωρίς καταπόνηση άτομα καταγράφονται στη βιβλιογραφία τιμές αιματοκρίτη μεταξύ του 30-50% και για τα δύο είδη (Pavlidis *et al.*, 1997; Caruso *et al.*, 2005; Lupi *et al.*, 2005; Pascoli *et al.*, 2011; Fazio *et al.*, 2015, 2018; Samaras *et al.*, 2016).

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Για την εκτίμηση των συγκεντρώσεων κορτιζόλης, γλυκόζης, γαλακτικού οξέος, ωσμωτικής πίεσης, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης απαιτείται αιμοληψία. Οι μετρήσεις γλυκόζης, γαλακτικού οξέος, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης μπορεί να πραγματοποιηθούν σε ολικό αίμα με φορητές συσκευές μέτρησης, μετά από προσεκτική αξιολόγηση, και για το λόγο αυτό δε θεωρούνται αποκλειστικά δείκτες εργαστηρίου. Η μέτρηση της κορτιζόλης και της ωσμωτικής πίεσης, από την άλλη, απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό και καταρτισμένο προσωπικό και αποτελούν εργαστηριακούς δείκτες. Για τη μέτρηση του pH των μυών απαιτείται η θανάτωση του ψαριού και η λήψη μετρήσεων με πεχάμετρο που φέρει ειδικούς αισθητήρες για τη μέτρηση pH σάρκας. Είναι ένας δείκτης που με τον κατάλληλο εξοπλισμό μπορεί να εκτιμηθεί και εκτός εργαστηρίου.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Οι δείκτες κορτιζόλη, γλυκόζη, γαλακτικό οξύ και ωσμωτική πίεση απεικονίζουν αξιόπιστα την απόκριση του οργανισμού σε καταστάσεις οξείας καταπόνησης. Από την άλλη, οι αιματολογικοί δείκτες είναι πολύ χρήσιμοι για την αξιολόγηση της φυσιολογικής κατάστασης και της υγείας ενός οργανισμού. Επιπλέον, οι βιοχημικοί και οι αιματολογικοί δείκτες είναι οικονομικοί και μπορούν να μετρηθούν εκτός εργαστηρίου, ακόμα και σε πλωτές μονάδες στη θάλασσα.

Μειονεκτήματα δείκτη

Σχεδόν όλοι οι προαναφερθέντες δείκτες επηρεάζονται από περιβαλλοντικές παραμέτρους. Έτσι, είναι δύσκολο να ορισθούν φυσιολογικά εύρη τιμών, καθιστώντας απαραίτητη τη σύγκριση των συγκεντρώσεων, πριν και μετά από τον χειρισμό. Η κορτιζόλη και η ωσμωτική πίεση έχουν πιο υψηλό κόστος μέτρησης (στην περίπτωση της ωσμωτικής πίεσης το κόστος είναι η αγορά του εξοπλισμού), ενώ απαιτούν ανάλυση σε εργαστήριο από ειδικά καταρτισμένο προσωπικό. Το pH των μυών απαιτεί θανάτωση του ζώου.

4.10 | Συμπεριφορά

Η συμπεριφορά αποτελεί ένα δύσκολα μετρήσιμο δείκτη, με ιδιαίτερη όμως σημασία σε κάποιους χειρισμούς. Έτσι, όταν τα ψάρια στρεσάρονται από κάποιο εξωτερικό ερέθισμα, είναι πιθανό να εμφανίσουν συμπεριφορά «πανικού», κάτι που παρατηρείται κυρίως στο λαβράκι. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα ψάρια εκτελούν έντονες, ταχείες κινήσεις προς ακαθόριστες κατευθύνσεις, ενώ μπορεί να προσπαθήσουν να εξέλθουν από το νερό. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο είναι συχνοί οι τραυματισμοί, καθώς τα ψάρια ενδέχεται να χτυπήσουν μεταξύ τους ή με τα δίχτυα του κλωβού ή τα τοιχώματα της δεξαμενής. Τέτοιου τύπου συμπεριφορές είναι σημαντικό να καταγράφονται κατά την εκτέλεση χειρισμών όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη και η μεταφορά.

Εκτός του προαναφερθέντος, μία ακόμα συμπεριφορά που μπορεί να αντικατοπτρίζει κακές συνθήκες

ευζωίας είναι η εκδήλωση επιθετικότητας και ανταγωνισμού. Στα δύο υπό μελέτη είδη, τέτοιου τύπου συμπεριφορές συμβαίνουν συχνότερα κατά τη θρέψη, με τον ανταγωνισμό που αναπτύσσεται τότε να είναι είτε έμμεσος, λόγω της ταχύτερης και δριμύτερης αντίδρασης κάποιων ψαριών προς την παρεχόμενη τροφή (scramble competition), είτε άμεσος εκφραζόμενος με επιθετικότητα (EFSA, 2008; Attia *et al.*, 2012). Οι συμπεριφορές αυτές εκδηλώνονται εντονότερα κατά περιόδους περιορισμένης τροφοληψίας (Goldan *et al.*, 2003; Andrew *et al.*, 2004; Papadakis *et al.*, 2016; Oikonomidou *et al.*, 2019), αποτυπώνοντας έτσι έμμεσα κακές συνθήκες ευζωίας.

Τρόπος μέτρησης του δείκτη

Ο δείκτης αυτός συνήθως καταγράφεται με οπτική παρατήρηση. Δεν υπάρχουν προς το παρόν μετρήσιμα συστήματα αξιολόγησης της συμπεριφοράς «πανικού» και επομένως μπορεί να καταγράφεται απλώς ως «παρουσία» ή «απουσία». Όσον αφορά στην επιθετικότητα και στον ανταγωνισμό, οι συμπεριφορές αυτές σε εργαστηριακές συνθήκες είναι μετρήσιμες (π.χ. αριθμός εκδηλώσεων επιθετικής συμπεριφοράς στη μονάδα του χρόνου), σε συνθήκες όμως εκτροφής σε ιχθυοκλωβούς είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν.

Πλεονεκτήματα δείκτη

Αποτελεί σημαντικό δείκτη για τον έλεγχο της ορθότητας και της δριμύτητας μιας διαχειριστικής πρακτικής.

Μειονεκτήματα δείκτη

Στην περίπτωση της συμπεριφοράς «πανικού» μπορεί να καταγραφεί μόνο ως «παρουσία» ή «απουσία». Ο ανταγωνισμός και η επιθετικότητα, από την άλλη, είναι πολύ δύσκολα μετρήσιμοι σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς.

4.11 | Σύνοψη

- Οι βιολογικοί δείκτες ευζωίας προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση των ψαριών. Χωρίζονται σε δύο ευρείες κατηγορίες, τους δείκτες που εξετάζονται στο πεδίο και αυτούς που εξετάζονται στο εργαστήριο, καθώς απαιτούν την ύπαρξη εξειδικευμένου εξοπλισμού.

- Οι διαφορετικοί δείκτες έχουν διαφορές στον τρόπο μέτρησής τους, καθώς και κάποια πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα έναντι άλλων. Για το λόγο αυτό, συχνά απαιτείται η ταυτόχρονη εκτίμηση περισσοτέρων του ενός δεικτών για την απόκτηση πληρέστερης εικόνας των συνθηκών ευζωίας.

- Αρκετοί από τους δείκτες πεδίου καταγράφονται κατά την εκτέλεση διαδικασιών ρουτίνας από το προσωπικό μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας (π.χ. θνησιμότητα, κατανάλωση τροφής) και αποτελούν την πιο άμεση εκτίμηση της ευζωίας των ψαριών.

- Ορισμένοι δείκτες μπορεί να προσφέρουν ταχεία προειδοποίηση (π.χ. χαμηλότερη του αναμενόμενου όρεξη για θρέψη ή έντονος αναπνευστικός ρυθμός) και πρέπει να ακολουθούνται από ενδελεχή εξέταση άλλων, ακριβέστερων, δεικτών.

- Όπου καθίσταται ανάγκη για λεπτομερή καταγραφή των επιπτώσεων ενός χειρισμού στην ευζωία των ψαριών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο ακριβείς δείκτες πεδίου, όπως η συγκέντρωση γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα ή ακόμα και δείκτες εργαστηρίου, όπως η συγκέντρωση κορτιζόλης στο αίμα.

5 Επιχειρησιακοί και Εργαστηριακοί Δείκτες Ευζωίας

Σκοπός των επιχειρησιακών δεικτών ευζωίας είναι η παροχή εύκολης, έγκυρης και έγκαιρης εκτίμησης των συνθηκών ευζωίας των εκτρεφόμενων ιχθύων. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται η χρήση παραπάνω του ενός δεικτών για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την κατάσταση των ψαριών. Ενδεικτικά, κατά την πρακτική της μεταφοράς απαιτείται να παρακολουθείται μια σειρά περιβαλλοντικών, όπως ο κορεσμός του οξυγόνου και η θερμοκρασία, αλλά και βιολογικών δεικτών, όπως η θνησιμότητα, η συμπεριφορά και ο ρυθμός αναπνοής.

Ως προς τη χρήση τους, οι δείκτες μπορούν να κατανεμηθούν σε:

(i) Απλούς επιχειρησιακούς δείκτες που δεν περιλαμβάνουν τον χειρισμό των ψαριών,
(ii) Πιο εξειδικευμένους επιχειρησιακούς δείκτες που περιλαμβάνουν τον χειρισμό των ψαριών και
(iii) Δείκτες που απαιτούν εργαστηριακό εξοπλισμό (Εικόνα 5.1.).

Επιπλέον, διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ:

(α) Έμμεσων (περιβαλλοντικών) δεικτών, όπως το οξυγόνο και η αλατότητα και

(β) Βιολογικών δεικτών, που αφορούν στα ίδια τα ζώα, όπως υγεία, συμπεριφορά και δείκτες φυσιολογίας.

Επίσης, ως προς τη διαθεσιμότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής τους, οι δείκτες χωρίζονται σε:

(i) διαθέσιμους Επιχειρησιακούς Δείκτες,
(ii) διαθέσιμους Εργαστηριακούς Δείκτες,
(iii) διαθέσιμους αλλά μη κοινά χρησιμοποιούμενους δείκτες και
(iv) υπό ανάπτυξη δείκτες.

Παραδείγματα των δεικτών αυτών δίνονται στον Πίνακα 5.1. με έμφαση στις κατηγορίες (iii) και (iv), καθώς οι υπόλοιπες κατηγορίες αναλύθηκαν εκτενώς στα κεφάλαια 3 και 4. Οι μη κοινά χρησιμοποιούμενοι δείκτες αφορούν περιπτώσεις δεικτών για τους οποίους δεν υπάρχουν όρια αναφοράς εν συναρτήσει με το στάδιο ανάπτυξης, τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και την κλινική εικόνα των ψαριών, ώστε να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την κατάσταση ευζωίας τους.

Κατά περιπτώσεις μπορεί να αρκεί μόνο η εκτίμηση ενός περιβαλλοντικού δείκτη –λ.χ. χαμηλό οξυγόνο –για να οδηγήσει σε μία απόφαση –παροχή οξυγόνου. Υπάρχουν περιπτώσεις όμως που απαιτείται περαιτέρω εμβάθυνση σε πιο λεπτομερείς δείκτες –λ.χ. αιμοληψία– ή ακόμα και εργαστηριακές αναλύσεις –λ.χ. μέτρηση κορτιζόλης– για την εκτίμηση της κατάστασης των ιχθύων.

ΕΠΙΠΕΔΟ 1
Επιχειρησιακοί δείκτες που περιλαμβάνουν καταγραφή περιβαλλοντικών παραμέτρων ή παρατήρηση των ψαριών
Παραδείγματα
- Φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού
- Οπτική παρατήρηση ψαριών
Πλεονεκτήματα
- Εύκολα και άμεσα μετρήσιμοι
Μειονεκτήματα
- Υποκειμενική αξιολόγηση
Επαρκής πληροφορία
Μη επαρκής πληροφορία
Απόφαση
ΕΠΙΠΕΔΟ 2
Επιχειρησιακοί δείκτες που περιλαμβάνουν χειρισμό των ζώων
Παραδείγματα
- Μέτρηση βάρους
- Καταγραφή τραυματισμών
- Αιμοληψία
Πλεονεκτήματα
- Περισσότερη πληροφορία
- Εκτίμηση βιολογικής κατάστασης ιχθύων
Μειονεκτήματα
- Χρονοβόροι
- Εξειδικευμένο προσωπικό
- Αυξημένο κόστος
Επαρκής πληροφορία
Μη επαρκής πληροφορία
Απόφαση
ΕΠΙΠΕΔΟ 3
Εργαστηριακοί δείκτες που απαιτούν δειγματοληψία από καταρτισμένο προσωπικό και ανάλυση σε απομακρυσμένο εξειδικευμένο εργαστήριο
Παραδείγματα
- Διάγνωση κατάστασης υγείας
- Ανάλυση βιοχημικών-φυσιολογικών παραμέτρων
Πλεονεκτήματα
- Ακριβέστερη πληροφορία
- Αξιολόγηση βιολογικής κατάστασης ιχθύων σε επίπεδο κλινικής βιοχημείας/παθολογίας
Μειονεκτήματα
- Χρονοβόροι
- Υψηλό κόστος
- Εξειδικευμένο προσωπικό και υποδομή
Απόφαση

Πίνακας **5.1.** Συνοπτικοί παρουσίαση δεικτών ανάλογα με τη φύση, τη διαθεσιμότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής τους.

Διαθέσιμοι Επιχειρησιακοί Δείκτες	**Διαθέσιμοι Εργαστηριακοί Δείκτες**	**Μη Χρησιμοποιούμενοι Δείκτες**	**Υπό Ανάπτυξη-Μελλοντικοί Δείκτες**
Θερμοκρασία	Υγεία	Βιοχημικό προφίλ (χοληστερόλη, πρωτεΐνες κ.λπ.)	Ακριβής καταγραφή συμπεριφοράς (κολυμβητική, κατανομή στο χώρο)
Κορεσμός οξυγόνου	Τιμές κορτιζόλης	Ηλεκτρολυτικό προφίλ (κάλιο, νάτριο, ασβέστιο κ.λπ.)	Μοριακοί
Αλατότητα	Τιμές γλυκόζης	Λειτουργία ήπατος/ νεφρού	Γονιδιωματικοί
Πυκνότητα εκτροφής	Αιματολογικοί δείκτες		Ιχθυοκαλλιέργεια ακριβείας (αισθητήρες, τεχνητή νοημοσύνη κ.λπ.)
Θνησιμότητα	Ωσμωτική πίεση		
Αύξηση			
Διατροφή			
Τραυματισμοί			

6 | Αναλυτική παρουσίαση Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής και τις διαχειριστικές πρακτικές

6.1 | Εκτίμηση Επιχειρησιακών Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής

6.1.1 | Γεννήτορες

Οι γεννήτορες εκτρέφονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των περιβαλλοντικών συνθηκών εκτροφής/αναπαραγωγής και ο χειρισμός των ζώων. Η διαχείριση των γεννητόρων θέτει διαφορετικές προκλήσεις απ' ότι η εκτροφή ψαριών για παραγωγή σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς. Οι δύο κύριες ιδιαιτερότητες αφορούν: (i) στην τεχνολογία εκτροφής (στεγασμένες χερσαίες δεξαμενές ανοικτού ή κλειστού κυκλώματος) και (ii) στους χειρισμούς που γίνονται για την αναγνώριση του φύλου, τον έλεγχο και την επαγωγή της αναπαραγωγικής ωρίμανσης και της ωοτοκίας.

Προκλήσεις στην ευζωία

Οι γεννήτορες αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού που εκτρέφονται στην ιχθυοκαλλιέργεια. Καθώς εκτρέφονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις, υπάρχουν κάποιες παράμετροι που μπορεί να αποτελούν πρόκληση στην ευζωία.

- **Περιβαλλοντικές παράμετροι νερού.** Η ποιότητα του νερού εκτροφής είναι πρώτιστης σημασίας για τη διαβίωση των ιχθύων. Καθώς οι γεννήτορες εκτρέφονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις σε ανοικτά ή κλειστά (κατά την περίοδο της λεκιθογένεσης/ωοτοκίας) κυκλώματα νερού (πολύ συχνά από γεώτρηση), αρκετές από τις παραμέτρους μπορεί να μεταβάλλονται διαφορετικά ή/και εντονότερα απ' ότι στη θάλασσα. Έτσι, η θερμοκρασία, το οξυγόνο και το pH του νερού πρέπει να ελέγχονται και, όπου απαιτείται, να ρυθμίζονται, ώστε να εξασφαλίζονται βέλτιστες συνθήκες.

- **Πυκνότητα εκτροφής.** Η πυκνότητα εκτροφής, όπως και σε κάθε σύστημα εκτροφής, είναι σημαντική διαχειριστική παράμετρος για τη διαβίωση των ψαριών. Επιπλέον, για τους γεννήτορες, που συνήθως έχουν μεγάλο σωματικό μέγεθος, ενώ μπορεί να εμφανίζουν και συμπεριφορικές αλλαγές κατά τις περιόδους ωοτοκίας, οι απαιτήσεις για την πυκνότητα αλλά και τον όγκο εκτροφής είναι διαφορετικές σε σχέση με άλλα στάδια του κύκλου παραγωγής.

- **Χειρισμοί στις δεξαμενές.** Καθημερινοί χειρισμοί στις δεξαμενές, όπως καθαρισμός και μετρήσεις ρουτίνας, μπορεί να επιδρούν στην ευζωία των ψαριών. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί μείωση της όρεξης για φαγητό μετά από καθάρισμα των δεξαμενών στο λαβράκι (Rubio et al., 2010).

- **Υγιεινή.** Καθώς το νερό της εκτροφής προέρχεται από εγκαταστάσεις εκτός της μονάδας, συνήθως μέσω γεωτρήσεων, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην υγιεινή, με τη χρήση μηχανικών και αντιμικροβιακών φίλτρων για τη βιοασφάλεια και επομένως την ευζωία του αποθέματος.

Εκτός των παραπάνω, στους γεννήτορες λαμβάνει χώρα μια σειρά πρακτικών που μπορεί να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ευζωία των ψαριών. Αυτές περιλαμβάνουν:

- **Ατομικό μαρκάρισμα των ψαριών.** Το ατομικό μαρκάρισμα των ψαριών αφορά ένα μικρό μόνο ποσοστό ψαριών που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα γενετικής επιλογής και επομένως ένα πολύ μικρό ποσοστό επί του συνόλου των ψαριών που χρησιμοποιούνται στην ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια. Έτσι, σε όσα ψάρια απαιτείται ατομική ταυτοποίηση χρησιμοποιούνται μάρκες παθητικής αναμετάδοσης (Passive Integrated Transponder, PIT tag). Η διαδικασία μαρκαρίσματος περιλαμβάνει πρακτικές όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη, η έκθεση στον αέρα, η αναισθησία και η τοποθέτηση της μάρκας, συνήθως υποδόρια στην κοιλιακή χώρα. Το διάβασμα του αναμεταδότη είναι επίσης μία διαδικασία που περιλαμβάνει πολλές από τις προαναφερθείσες πρακτικές.

- **Κοιλιακές μαλάξεις (stripping) / βιοψίες για καθορισμό φύλου/σταδίου ωρίμανσης.** Οι διαδικασίες για τον καθορισμό του φύλου και του σταδίου ωρίμανσης των γεννητόρων περιλαμβάνουν το stripping, την πίεση δηλαδή της κοιλιακής χώρας για την απελευθέρωση του σπέρματος, εφόσον αυτό υπάρχει, και τις βιοψίες για την ταυτοποίηση των θηλυκών ατόμων και για τον λεπτομερή εργαστηριακό έλεγχο του σταδίου ωρίμανσης. Οι δύο πρακτικές αυτές εγείρουν ζητήματα και πρέπει να ελέγχονται με τη χρήση δεικτών ευζωίας, καθώς περιλαμβάνουν τον συγχρωτισμό, τη σύλληψη, την έκθεση στον αέρα, ενδεχομένως την αναισθησία και τέλος τον χειρισμό αυτόν καθ' εαυτό.

- **Μεταβολή περιβαλλοντικών παραμέτρων για παραγωγή αυγών εκτός εποχής.** Για την παραγωγή αυγών εκτός εποχής σε ιχθυογενετικούς σταθμούς είναι σύνηθες να λαμβάνουν χώρα μεταβολές της φωτοπεριόδου και της θερμοκρασίας για την επαγωγή της ωοτοκίας. Παρ' ότι η τεχνική αυτή θεωρείται αρκετά φιλικη προς τα ψάρια, πιθανές επιπτώσεις στην καλή διαβίωση των γεννητόρων θα πρέπει να παρακολουθούνται με τη χρήση δεικτών, όπως η κατανάλωση τροφής, η υγεία και η συμπεριφορά.

- **Ορμονική θεραπεία.** Όταν στα αποθέματα των γεννητόρων εφαρμόζονται ορμονικές θεραπείες για την επαγωγή και τον συγχρονισμό της ωοτοκίας, μπορεί να επηρεάζουν την ευζωία των ψαριών. Έτσι, χειρισμοί όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη, η έκθεση στον αέρα, η αναισθησία αλλά και η ορμονική θεραπεία αυτή καθ' εαυτή μπορεί να έχουν έντονες επιπτώσεις στην ευζωία, καθιστώντας τις υψηλού ρίσκου τεχνικές, ειδικά σε ψάρια μεγάλης βιολογικής ή/και εμπορικής αξίας (Mylonas et al., 2004).

- **Γενετική επιλογή.** Η γενετική επιλογή γίνεται λαμβάνοντας υπόψη σύγχρονη επιστημονική γνώση και αυστηρά κριτήρια επιλογής, ώστε να αποφεύγοναι τυχόν μη επιθυμητές διασταυρώσεις. Παρ' όλα αυτά, πιθανή συν-επιλογή μη επιθυμητών χαρακτήρων μπορεί να προκαλέσει μείωση στην ευζωία των ψαριών. Επίσης, σε ένα θεωρητικό πλαίσιο, ο συνδυασμός υψηλής γενετικής ικανότητας για αύξηση και για κατανάλωση και αξιοποίηση της τροφής έχει αναφερθεί ότι μπορεί να ωθήσουν τον οργανισμό σε πολύ υψηλές αποδόσεις, γεγονός που κρίνεται μη αποδεκτό από πλευράς ευζωίας (Hastein, 2004).

- **Αλλαγή κοινωνικών σχέσεων.** Η πρόκληση αυτή αφορά κυρίως στην τσιπούρα, που είναι ένα πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος. Στο είδος αυτό η αναστροφή ή μη του φύλου επηρεάζεται και από κοινωνικές παραμέτρους (Zohar et al., 1978). Έτσι, είσοδος νεαρών αρσενικών στο απόθεμα μπορεί να μεταβάλει τις κοινωνικές ισορροπίες, οδηγώντας σε αύξηση αναστροφής φύλου στα μεγαλύτερα σε ηλικία αρσενικά άτομα (FAO, 2005). Επιπλέον, η ύπαρξη περισσότερων θηλυκών καθυστερεί την αναστροφή του φύλου στα νεότερα αρσενικά.
-

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας στην εκτροφή γεννητόρων

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Υγεία
Θερμοκρασία	Όρεξη για θρέψη	Τραυματισμοί
pH	Συμπεριφορά	
Πυκνότητα εκτροφής		
Φωτισμός		
Θολερότητα		

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Σε χερσαίες δεξαμενές ο κορεσμός του οξυγόνου πρέπει να ελέγχεται συνεχώς, καθώς αλλαγές στη δραστηριότητα των ψαριών (π.χ. θρέψη, στρες από διαχειριστικές πρακτικές ρουτίνας) ή το ρυθμό ανακύκλωσης του νερού μπορεί να επιφέρουν σημαντική μείωση στο οξυγόνο. Επιπλέον, σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχει εξωγενής παροχή οξυγόνου στις δεξαμενές πρέπει να ελέγχεται πιθανή υπεροξία, με κορεσμό οξυγόνου υψηλότερο του 100%.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του νερού σε χερσαίες δεξαμενές μπορεί να παραμένει σταθερή όλο τον χρόνο, π.χ. όταν χρησιμοποιείται νερό από γεωτρήσεις, ή να μεταβάλλεται είτε σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πρότυπο ή ελεγχόμενα για διαχειριστικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση η θερμοκρασία θα πρέπει να καταγράφεται καθημερινά, καθώς απότομες αλλαγές προκαλούν προβλήματα ευζωίας. Στην περίπτωση των γεννητόρων, ειδικότερα, συνήθως γίνονται χειρισμοί της θερμοκρασίας για την επαγωγή της λεκιθογένεσης και της ωοτοκίας. Όταν γίνεται αυτό, πρέπει οι μεταβολές να είναι ήπιες – προτείνεται να μην υπερβαίνουν τον 1°C ανά ημέρα– ώστε να μην προκαλείται καταπόνηση στα ψάρια.

Αλατότητα. Σε χερσαίες δεξαμενές που τροφοδοτούνται από γεωτρήσεις είναι σύνηθες η αλατότητα να είναι χαμηλότερη από αυτή της θάλασσας. Αν και αυτό από μόνο του δεν αναμένεται να αποτελεί πρόβλημα για την ευζωία του λαβρακιού και της τσιπούρας, το νερό πρέπει να ελέγχεται για τυχόν έντονες μεταβολές της αλατότητας. Τέτοιου τύπου αλλαγές επηρεάζουν αρνητικά την ευζωία των ψαριών, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν και σε θνησιμότητα. Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη μεταφορά γεννητόρων μεταξύ θάλασσας και χερσαίων εγκαταστάσεων, όπως π.χ. κατά την προσθήκη νέων ατόμων στον αναπαραγωγικό πυρήνα προγραμμάτων επιλογής, ώστε να μην υπόκεινται σε οξείες και έντονες μεταβολές αλατότητας.

pH. Το pH του νερού, σύμφωνα με την αναφορά της EFSA (2008), δε θα πρέπει να είναι χαμηλότερα από 6.5 και υψηλότερα από 8.5. Όπως και με την αλατότητα, σημαντική παράμετρος είναι η αποφυγή απότομων μεταβολών της τιμής του pH, κάτι που ενδέχεται να παρατηρηθεί στις εξόδους των δεξαμενών. Για το λόγο αυτό, το pH, όπως και το οξυγόνο, θα πρέπει να μετριέται τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδο του νερού από τη δεξαμενή.

Πυκνότητα εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση είναι μία παράμετρος εκτροφής που καθορίζεται από τον παραγωγό. Υψηλές ιχθυοφορτίσεις μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη ευζωία λόγω *περιβαλλοντικών* (π.χ. μειωμένο οξυγόνο), *βιολογικών* (π.χ. τραυματισμοί) αλλά και *κοινωνικών* (π.χ. άνιση κατανομή τροφής, περιορισμός εκδήλωσης φυσικών συμπεριφορών) παραγόντων. Ειδικά για τους γεννήτορες, που είναι συνήθως μεγάλα σε μέγεθος ζώα, απαιτείται προσοχή όχι μόνο στην ιχθυοφόρτιση, αλλά και στον διαθέσιμο όγκο εκτροφής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ελεύθερη έκφραση κολυμβητικών και κοινωνικών συμπεριφορών.

Φωτισμός. Ο φωτισμός (ένταση, ποιότητα και μεταβολή της διάρκειας του φωτός) είναι μία σημαντική περιβαλλοντική παράμετρος κατά την εκτροφή των γεννητόρων, καθώς αποτελεί αντικείμενο χειρισμού για την παραγωγή αυγών εκτός εποχής. Οι επιπτώσεις της μεταβολής της φωτοπεριόδου θα πρέπει να ελέγχονται συμπληρωματικά με βιολογικούς δείκτες ευζωίας, όπως η όρεξη για φαγητό, η αύξηση και η συμπεριφορά. Ως προς την ποιότητα του φωτισμού, δηλαδή την ένταση και το μήκος κύματος, δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο ποιες είναι οι ιδανικές συνθήκες για την εκτροφή των γεννητόρων σε δεξαμενές.

Θολερότητα. Η θολερότητα του νερού αφορά στην ύπαρξη αιωρούμενης, κολλοειδούς ή διαλυμένης ύλης στο νερό. Μπορεί να προκαλέσει ή να αποτελεί ένδειξη προβλημάτων σε άλλες παραμέτρους, όπως μείωση του οξυγόνου ή αύξηση της βακτηριακής πυκνότητας του νερού. Για το λόγο αυτό, πρέπει να ελέγχεται και, όταν κρίνεται απαραίτητο, να εξετάζονται επιπλέον περιβαλλοντικοί δείκτες για την εξακρίβωση του προβλήματος.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Η θνησιμότητα αποτελεί εν δυνάμει το τελικό στάδιο κακών συνθηκών διαβίωσης. Πρέπει να καταγράφεται καθημερινά και, όταν παρατηρείται μη αναμενόμενη αύξηση του ρυθμού θνησιμότητας, να ελέγχονται συμπληρωματικοί δείκτες, ώστε να διαπιστωθεί η αιτία του φαινομένου.

Όρεξη για θρέψη. Αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη για έγκαιρη διαπίστωση ότι οι συνθήκες διαβίωσης έχουν αλλοιωθεί. Ειδικά σε συνθήκες εκτροφής με ελεγχόμενες και σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως θερμοκρασία και κορεσμός οξυγόνου, μη αναμενόμενη απώλεια της όρεξης για θρέψη μπορεί να αξιοποιηθεί προειδοποιητικά για ενδελεχή έλεγχο και άλλων δεικτών. Σαν δείκτης έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί χειρισμό και δειγματοληψία στα ζώα.

Αύξηση. Μη αναμενόμενη μείωση στη σωματική αύξηση αποτελεί επίσης ένδειξη κακών συνθηκών διαβίωσης που χρήζει περαιτέρω μελέτης, ιδίως προς την κατεύθυνση της υγείας. Βέβαια, για την εκτίμηση της αύξησης χρειάζονται διαδοχικές δειγματοληψίες βάρους, που έχουν από μόνες τους αρνητική επίδραση στην ευζωία και συνήθως αποφεύγονται στα αποθέματα των γεννητόρων.

Συμπεριφορά. Η εκδήλωση φυσικής κολυμβητικής συμπεριφοράς θα πρέπει να ελέγχεται και τυχόν αποκλίσεις, όπως συμπεριφορές «πανικού», θα πρέπει να καταγράφονται. Επιπλέον, κάτω από καλές συνθήκες διαβίωσης δε θα πρέπει να εκδηλώνεται ανταγωνισμός και επιθετικότητα μεταξύ των ατόμων. Εμφάνιση τέτοιων συμπεριφορών θα πρέπει επομένως να καταγράφεται και τα αίτια αυτών να ελέγχονται με τη χρήση άλλων δεικτών.

Υγεία. Η υγεία των ψαριών πρέπει να ελέγχεται δειγματοληπτικά σε τακτική βάση, ώστε να προληφθούν καταστάσεις που θα επιφέρουν θνησιμότητα. Κάποιοι έλεγχοι μπορούν να γίνονται από το προσωπικό της μονάδας, όπως π.χ. εξωτερικές αλλοιώσεις, εξοφθαλμία, μακροσκοπικός έλεγχος της κατάστασης των βραγχίων, ενώ πιο εξειδικευμένες αναλύσεις απαιτούν λεπτομερή έλεγχο από πιστοποιημένο κτηνιατρικό προσωπικό. Έγκαιρη διάγνωση προβλημάτων υγείας μπορεί να οδηγήσει στην ορθή και ταχεία αντιμετώπισή τους, αποφεύγοντας έτσι τις επιπτώσεις στην ευζωία των ψαριών.

Τραυματισμοί. Τραυματισμοί των ψαριών που εκτρέφονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις μπορεί να συμβούν είτε λόγω χτυπημάτων στα τοιχώματα της δεξαμενής είτε μεταξύ των ψαριών, όπως π.χ. κατά τον συγχρωτισμό. Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση τέτοιων χειρισμών είναι δυνατό να καταγράφονται έμμεσα οι τραυματισμοί με την παρατήρηση της ύπαρξης ή μη αίματος ή/και λεπιών στο νερό. Για πιο λεπτομερή έλεγχο πρέπει τα ψάρια να εξετάζονται ατομικά για τραυματισμούς στο κρανίο, στο δέρμα ή στα πτερύγια.

Αναπαραγωγική ωρίμανση και ωοτοκία. Καθώς οι γεννήτορες αποτελούν τον αναπαραγωγικό πυρήνα μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας, θα πρέπει να ελέγχεται η αναπαραγωγική τους κατάσταση. Αυτό επιτυγχάνεται με επεμβατικές μεθόδους, όπως το stripping, βιοψίες ή υπέρηχοι, η δριμύτητα των οποίων θα πρέπει επίσης να ελέγχεται με τη χρήση βιολογικών δεικτών.

6.1.2 | Προπάχυνση

Η προπάχυνση είναι το στάδιο του κύκλου παραγωγής που διαρκεί από το πέρας της νυμφικής εκτροφής μέχρι τη μεταφορά των ψαριών σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα. Στο στάδιο αυτό τα ψάρια εκτρέφονται σε δεξαμενές ανοικτού κυκλώματος σε χερσαίες εγκαταστάσεις. Σκοπός της περιόδου αυτής είναι ο εγκλιματισμός των ψαριών στην εμπορική τροφή και η αύξηση του σωματικού βάρους τους, ώστε να προετοιμαστούν για τη μεταφορά και την εκτροφή σε ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα.

Προκλήσεις στην ευζωία

Καθώς η προπάχυνση λαμβάνει χώρα σε χερσαίες εγκαταστάσεις σε ανοικτά κυκλώματα, υπάρχουν κάποιες παράμετροι που μπορεί να αποτελούν πρόκληση στην ευζωία. Αυτές περιλαμβάνουν:

- **Περιβαλλοντικές παράμετροι νερού.** Η ποιότητα του νερού εκτροφής είναι πρώτιστης σημασίας για τη διαβίωση των ιχθύων. Λόγω της εκτροφής σε δεξαμενές, πολλές από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία, το οξυγόνο και ο φωτισμός, μπορούν να ρυθμιστούν και να καθοριστούν από τον παραγωγό. Άλλες παράμετροι, όπως η αλατότητα και το pH, αποτελούν χαρακτηριστικά του νερού προέλευσης (π.χ. θάλασσα ή γεώτρηση) και πρέπει επομένως να ελέγχονται και, όπου απαιτείται, να ρυθμίζονται, ώστε να εξασφαλίζονται βέλτιστες συνθήκες.
- **Πυκνότητα εκτροφής.** Η πυκνότητα εκτροφής, όπως και σε κάθε σύστημα εκτροφής, είναι σημαντική διαχειριστική παράμετρος για τη διαβίωση των ψαριών. Υψηλές ιχθυοφορτίσεις μπορεί να επιδρούν αρνητικά στην αύξηση των ψαριών αλλά και στην πρόκληση τραυματισμών.
- **Χειρισμοί στις δεξαμενές.** Καθημερινοί χειρισμοί στις δεξαμενές, όπως καθάρισμα, χορήγηση τροφής και μετρήσεις ρουτίνας, μπορεί να επιδρούν στην ευζωία των ψαριών.
- **Χειρισμοί στα ψάρια.** Στο στάδιο της προπάχυνσης πραγματοποιούνται διάφοροι χειρισμοί που περιλαμβάνουν τη μεταφορά των ψαριών από τα εκκολαπτήρια, όπου πραγματοποιείται η νυμφική εκτροφή, στις εγκαταστάσεις προπάχυνσης, τη διαλογή για την ομοιόμορφη κατανομή των μεγεθών, καθώς και κτηνιατρικούς χειρισμούς, όπως οι εμβολιασμοί. Οι χειρισμοί αυτοί αποτελούν από μόνοι τους πρακτικές που θα αναλυθούν, ως προς τις επιπτώσεις τους στην ευζωία, διεξοδικά στη συνέχεια (Κεφάλαιο 6.2.).
- **Υγιεινή.** Καθώς το νερό της εκτροφής προέρχεται από εγκαταστάσεις εκτός της μονάδας, συνήθως μέσω γεωτρήσεων, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην υγιεινή, με τη χρήση μηχανικών και αντιμικροβιακών φίλτρων για τη βιοασφάλεια και επομένως την ευζωία του αποθέματος.

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Υγεία
Θερμοκρασία	Όρεξη για θρέψη	Τραυματισμοί
pH	Συμπεριφορά	
Πυκνότητα εκτροφής		
Φωτισμός		
Θολερότητα		

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Ο κορεσμός του οξυγόνου πρέπει να ελέγχεται συνεχώς και, σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται, να ρυθμίζεται, ώστε να παραμένει στα βέλτιστα για την εκτροφή επίπεδα. Αλλαγές στη δραστηριότητα των ψαριών (π.χ. θρέψη, στρες από διαχειριστικές πρακτικές ρουτίνας) ή στον ρυθμό ανακύκλωσης του νερού μπορεί να επιφέρουν σημαντική μείωση στο οξυγόνο. Επιπλέον, σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχει εξωγενής παροχή οξυγόνου στις δεξαμενές πρέπει να ελέγχεται πιθανή υπεροξία, με κορεσμό οξυγόνου υψηλότερο του 100%.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το ρυθμό αύξησης των ψαριών. Σε περιπτώσεις χερσαίων δεξαμενών η θερμοκρασία του νερού μπορεί να παραμένει σταθερή όλο τον χρόνο, π.χ. όταν χρησιμοποιείται νερό από γεωτρήσεις, ή να μεταβάλλεται είτε με το περιβαλλοντικό πρότυπο ή ελεγχόμενα για διαχειριστικούς σκοπούς. Τα δύο είδη μελέτης έχουν μεγάλα εύρη θερμοκρασιακής ανοχής και έτσι πιο σημαντικό ρόλο έχει η αποφυγή απότομων αλλαγών θερμοκρασίας, οι οποίες προκαλούν προβλήματα ευζωίας. Συνεπώς, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην πιθανή διαφορά της θερμοκρασίας του νερού μεταξύ του εκκολαπτηρίου και της προπάχυνσης, όταν γίνεται μεταφορά των ιχθύων, αλλά και συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια της εκτροφής για πιθανές απρόβλεπτες μεταβολές.

Αλατότητα. Όταν χρησιμοποιείται νερό από γεωτρήσεις, είναι σύνηθες η αλατότητα να είναι χαμηλότερη από αυτή της θάλασσας. Αυτό δεν αναμένεται να αποτελεί πρόβλημα για την ευζωία και την ευρωστία του λαβρακιού και της τσιπούρας κατά την προπάχυνση (Laiz-Carrión *et al*., 2005), ενώ υπάρχουν αναφορές ακόμα και για καλύτερη αύξηση σε χαμηλές αλατότητες κατά το στάδιο αυτό (Eroldoğan and Kumlu, 2002). Όπως και στην περίπτωση της θερμοκρασίας, θα πρέπει να αποφεύγεται η απότομη αλλαγή στην αλατότητα του νερού, καθώς σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε θνησιμότητα.

pH. Το pH του νερού, σύμφωνα με την αναφορά EFSA (2008), δε θα πρέπει να είναι χαμηλότερα από 6.5 και υψηλότερα από 8.5. Το pH αποτελεί χαρακτηριστικό του νερού που σε ανοικτά κυκλώματα κυκλοφορίας δεν αναμένεται να μεταβάλλεται έντονα. Παρ' όλα αυτά, για τον ορθό έλεγχο της ποιότητας του νερού θα πρέπει να καταγράφεται το pH τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδο του νερού από τη δεξαμενή.

Πυκνότητα εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση είναι μία παράμετρος εκτροφής που καθορίζεται από τον παραγωγό. Υψηλές ιχθυοφορτίσεις αναμένεται να επιδρούν αρνητικά στην αύξηση των ψαριών, ενώ μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη ευζωία λόγω *περιβαλλοντικών* (π.χ. μειωμένο οξυγόνο), *βιολογικών* (π.χ. τραυματισμοί) αλλά και *κοινωνικών* (π.χ. άνιση κατανομή τροφής, περιορισμός εκδήλωσης φυσικών συμπεριφορών) παραγόντων.

Φωτισμός. Σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται τεχνητός φωτισμός κατά την προπάχυνση, η ένταση και η ποιότητα (φάσμα) του φωτός, καθώς και η φωτοπερίοδος μπορεί να επηρεάζουν την ευζωία των ψαριών, χωρίς όμως να είναι ακόμα ξεκάθαρο ποιες είναι οι ιδανικές συνθήκες. Συνήθως τα στοιχεία αυτά χαρακτηρίζουν τις υποδομές των εγκαταστάσεων και δεν αναμένεται να μεταβάλλονται κατά την εκτροφή.

Θολερότητα. Η θολερότητα του νερού αφορά στην ύπαρξη αιωρούμενης, κολλοειδούς ή διαλυμένης ύλης στο νερό. Μπορεί να προκαλέσει ή να αποτελεί ένδειξη προβλημάτων σε άλλες παραμέτρους, όπως μείωση του οξυγόνου ή αύξηση της βακτηριακής πυκνότητας του νερού. Για το λόγο αυτό, πρέπει να ελέγχεται και, όταν κρίνεται απαραίτητο, να εξετάζονται επιπλέον περιβαλλοντικοί δείκτες για την εξακρίβωση του προβλήματος.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Η αυξημένη θνησιμότητα αποτελεί δείκτη κακών συνθηκών διαβίωσης. Πρέπει να καταγράφεται καθημερινά κατά τη διάρκεια της εκτροφής, αλλά και μετά από χειρισμούς, όπως μεταφορά, διαλογή κ.ά. Μη αναμενόμενη αύξηση του ρυθμού θνησιμότητας πρέπει να λειτουργεί σαν προειδοποιητικό σήμα, ώστε να ελέγχονται συμπληρωματικοί δείκτες, για να διαπιστωθεί η αιτία του φαινομένου.

Όρεξη για θρέψη. Μειωμένη όρεξη για θρέψη αποτελεί εν δυνάμει ένδειξη ότι οι συνθήκες διαβίωσης έχουν αλλοιωθεί. Η μειωμένη όρεξη για θρέψη, ενώ οι περιβαλλοντικές και οι διαχειριστικές συνθήκες παραμένουν σταθερές, αποτελεί προειδοποίηση για έλεγχο άλλων δεικτών, όπως η υγεία. Σαν δείκτης έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί χειρισμό και δειγματοληψία στα ζώα.

Αύξηση. Χαμηλότερη του αναμενόμενου σωματική αύξηση αποτελεί επίσης ένδειξη κακών συνθηκών διαβίωσης που χρήζει περαιτέρω μελέτης, ιδίως προς την κατεύθυνση διαταραχής της υγείας του γόνου. Βέβαια, για την εκτίμηση της αύξησης χρειάζονται διαδοχικές δειγματοληψίες βάρους, που έχουν αρνητική επίδραση στην ευζωία.

Συμπεριφορά. Αποκλίσεις από την εκδήλωση φυσικής κολυμβητικής συμπεριφοράς θα πρέπει να ελέγχονται. Υπό κανονικές συνθήκες δε θα πρέπει να παρατηρείται ανταγωνισμός και επιθετικότητα μεταξύ των ατόμων, ειδικά μετά από διαλογές όπου έχει ομαλοποιηθεί η κατανομή των μεγεθών. Εμφάνιση τυχόν συμπεριφορικών αποκλίσεων θα πρέπει να καταγράφεται και τα αίτια να ελέγχονται με τη χρήση άλλων δεικτών.

Υγεία. Η υγεία των ψαριών πρέπει να ελέγχεται δειγματοληπτικά σε τακτική βάση, ώστε να προληφθούν καταστάσεις που θα επιφέρουν θνησιμότητα. Επιπλέον, στο στάδιο της προπάχυνσης γίνονται διάφοροι κτηνιατρικοί χειρισμοί, όπως εμβολιασμοί, οι επιπτώσεις των οποίων πρέπει να ελέγχονται με τη χρήση άλλων δεικτών.

Τραυματισμοί. Τραυματισμοί των ψαριών κατά την προπάχυνση μπορεί να συμβούν είτε λόγω προσκρούσεων με τα τοιχώματα της δεξαμενής κατά τη διάρκεια της εκτροφής ή λόγω διαχειριστικών πρακτικών, όπως η μεταφορά και η διαλογή. Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση τέτοιων χειρισμών είναι δυνατό να καταγράφονται έμμεσα οι τραυματισμοί με την παρατήρηση της ύπαρξης ή μη αίματος ή/και λεπιών στο νερό. Για πιο λεπτομερή έλεγχο είναι δυνατό να ελέγχονται ατομικά τα ψάρια για τραυματισμούς στο κρανίο, στο δέρμα ή στα πτερύγια.

Ρυθμός αναπνοής. Ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας μη εξειδικευμένος και μη επεμβατικός δείκτης καταπόνησης κατά την εκτέλεση στρεσογόνων διαχειριστικών πρακτικών. Συγκεκριμένα, αύξηση στο ρυθμό αναπνοής μπορεί να είναι αποτέλεσμα καταπόνησης που θα πρέπει να καταγράφεται για την εκ των υστέρων αξιολόγηση των χειρισμών.

6.1.3 | Πάχυνση

Στην ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια σχεδόν όλη η παραγωγή λαβρακιού και τσιπούρας γίνεται σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα. Σε αυτό το περιβάλλον τα ψάρια περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους, έως την εξαλίευση και θανάτωσή τους. Το περιβάλλον των ιχθυοκλωβών χαρακτηρίζεται από σταθερότητα σε ορισμένους παράγοντες, όπως η αλατότητα και το pH, καθώς αποτελούν χαρακτηριστικά της θάλασσας που δεν εμφανίζουν έντονες μεταβολές αλλά ούτε και αρκετές προκλήσεις, όπως εποχικές μεταβολές στη θερμοκρασία και στο οξυγόνο, λοιμώξεις και παρασιτισμούς, καθώς και στρεσογόνους χειρισμούς.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Περιβαλλοντικές παράμετροι νερού.** Η ποιότητα του νερού κατά την εκτροφή ιχθύων σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα ορίζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στις περισσότερες περιπτώσεις η αλατότητα και το pH εμφανίζουν σχετική σταθερότητα, ενώ παράμετροι όπως η θερμοκρασία και το οξυγόνο μεταβάλλονται εποχιακά. Ειδικά το οξυγόνο κατά τους θερινούς μήνες μπορεί να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα για την αύξηση και την ευζωία των ψαριών, οδηγώντας ακόμα και στην εμφάνιση θνησιμότητας.

- **Πυκνότητα εκτροφής.** Η πυκνότητα εκτροφής, όπως και σε κάθε σύστημα εκτροφής, είναι σημαντική διαχειριστική παράμετρος για τη διαβίωση των ψαριών. Υψηλές ιχθυοφορτίσεις μπορεί να επιδρούν αρνητικά στην αύξηση των ψαριών αλλά και στην εμφάνιση τραυματισμών και ασθενειών. Ειδικά στους ιχθυοκλωβούς όπου εκτρέφονται μαζί χιλιάδες ψάρια, εκτός της ιχθυοφόρτισης, ιδιαίτερη σημασία για την ευζωία των ψαριών έχει και ο «ωφέλιμος όγκος», ο όγκος εκτροφής δηλαδή που είναι διαθέσιμος για τη διαβίωση και την εκδήλωση φυσικών κολυμβητικών και κοινωνικών συμπεριφορών από τα ψάρια.

- **Χειρισμοί στους κλωβούς.** Στους κλωβούς πραγματοποιείται μια σειρά από χειρισμούς που μπορεί να προκαλέσουν στρες και να επιδράσουν αρνητικά στην ευζωία. Τέτοιοι χειρισμοί είναι η αλλαγή των διχτυών, οι καταδυτικές εργασίες ή η μεταφορά των κλωβών.

- **Χειρισμοί στα ψάρια.** Κατά το στάδιο της πάχυνσης στους κλωβούς πραγματοποιούνται διάφοροι χειρισμοί στα ψάρια, όπως συγχρωτισμός για χειρισμούς ή δειγματοληψίες, μεταφορές, θεραπείες και τελικώς εξαλίευση και θανάτωση. Όλοι αυτοί οι χειρισμοί ενδέχεται να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ευζωία των ψαριών και πρέπει να ελέγχονται με τη χρήση έμμεσων και βιολογικών δεικτών. Οι τρόποι αξιολόγησης αυτών των πρακτικών θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 6.2.).

- **Υγιεινή.** Το θαλάσσιο περιβάλλον βρίθει από δυνητικά επιβλαβείς οργανισμούς για τα ψάρια, όπως παθογόνα και εκτοπαράσιτα. Σε συνθήκες εντατικής εκτροφής, με τη συνύπαρξη χιλιάδων ψαριών σε μικρό όγκο, είναι δυνατό να προκληθούν εξάρσεις λοιμώξεων και παρασιτισμού. Απαιτείται επομένως λήψη προληπτικών μέτρων, όπως ο εμβολιασμός, αλλά και τακτικός έλεγχος της υγείας των ψαριών, για την έγκαιρη διάγνωση ασθενειών. Επιπλέον, η τήρηση συνθηκών υγιεινής είναι πολύ σημαντική, ειδικά κατά τους χειρισμούς των ζώων, ώστε να αποφεύγεται εξωγενής μεταφορά παθογόνων στους εκτρεφόμενους πληθυσμούς

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά την πάχυνση

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Υγεία
Θερμοκρασία	Όρεξη για θρέψη	Τραυματισμοί
Αλατότητα	Αύξηση	Ρυθμός αναπνοής
pH	Συμπεριφορά	Τιμές αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης στο αίμα
Πυκνότητα εκτροφής		Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα
Φωτισμός		Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης)
Θολερότητα		

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Ο κορεσμός του οξυγόνου είναι πιθανό να είναι χαμηλός μόνο σε κάποιες περιπτώσεις, καθώς η θάλασσα, στις περιοχές όπου βρίσκονται μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, δεν αναμένεται να εμφανίζει υποξία. Έτσι, καταστάσεις όπως το κλείσιμο ή η μείωση της διαμέτρου των ματιών στα δίχτυα του κλωβού λόγω μη ορθού καθαρισμού, οι μεγάλες ιχθυοφορτίσεις, η υψηλή θερμοκρασία που οδηγεί σε μείωση της ικανότητας του νερού να φέρει οξυγόνο ή ο συνδυασμός όλων των παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κορεσμού του οξυγόνου. Σε ακραίες περιπτώσεις τους θερινούς μήνες είναι πιθανή ακόμα και η εμφάνιση θνησιμότητας λόγω αυτού. Πρέπει επομένως το οξυγόνο να παρακολουθείται συστηματικά και να λαμβάνονται όλα τα προληπτικά μέτρα για την αποφυγή καταστάσεων έλλειψής του.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του νερού είναι μία περιβαλλοντική παράμετρος που εμφανίζει έντονη εποχικότητα. Επηρεάζει έντονα την αύξηση, τη δραστηριότητα, τη συμπεριφορά και τη φυσιολογία των ψαριών. Στους κλωβούς ο παραγωγός δεν έχει έλεγχο στην παράμετρο αυτή και επομένως χρειάζεται συνεχής καταγραφή και παρακολούθησή της για τη σωστή διαχείριση των αναγκών των ψαριών. Σημαντικό είναι οι μετρήσεις να λαμβάνονται από διάφορα βάθη του κλωβού, καθώς η θερμοκρασία ενδέχεται να είναι διαφορετική ανάλογα με το βάθος.

Αλατότητα. Η αλατότητα κατά την πάχυνση των ψαριών στη θάλασσα δεν αναμένεται να επιδρά σημαντικά στην ευζωία τους, καθώς εμφανίζει σταθερότητα, με μικρές αποκλίσεις κυρίως λόγω έντονων βροχοπτώσεων.

pH. Παρόμοια με την αλατότητα, το pH είναι σπάνιο να προκαλέσει πρόβλημα στην ευζωία των ψαριών, καθώς δεν αναμένεται να μεταβάλλεται έντονα, παρά μόνο σε περιπτώσεις κακής κυκλοφορίας

του νερού λόγω μη ορθά καθαρισμένων δικτυών.

Πυκνότητα εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση καθορίζεται από τον παραγωγό και μπορεί να επηρεάσει πολλές παραμέτρους της εκτροφής. Συγκεκριμένα, υψηλές ιχθυοφορτίσεις αναμένεται να επιδρούν αρνητικά στην αύξηση των ψαριών, ενώ μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα της ποιότητας του νερού ή της εκδήλωσης φυσικών συμπεριφορών από τα ψάρια, καθώς και σε τραυματισμούς. Στους ιχθυοκλωβούς σημαντική παράμετρος είναι επίσης ο διαθέσιμος όγκος που υπάρχει για τα ψάρια, καθώς αύξηση του ωφέλιμου όγκου έχει φανεί πως οδηγεί σε καλύτερες συνθήκες ευζωίας (Samaras *et al.*, 2017).

Φωτισμός. Ο φωτισμός που υπάρχει στους ιχθυοκλωβούς είναι σχεδόν πάντα ο φυσικός. Σε τέτοιες περιπτώσεις δεν αναμένεται να υπάρχει κάποια επίδραση της διαδικασίας παραγωγής στην ευζωία. Παλαιότερες πειραματικές τεχνικές, που δε βρήκαν εκτεταμένη χρήση και δε χρησιμοποιούνται πλέον, εφάρμοζαν τη μεταβολή της φωτοπεριόδου με τεχνητό φωτισμό, ώστε να αποφεύγεται η πρώιμη αναπαραγωγική ωρίμανση στο λαβράκι. Σε περιπτώσεις σαν και αυτή, όπου εφαρμόζεται τεχνητός φωτισμός, είναι απαραίτητο να εκτιμώνται οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ευζωία με τη χρήση άλλων συμπληρωματικών δεικτών.

Θολερότητα. Η θολερότητα του νερού αφορά στην ύπαρξη αιωρούμενης, κολλοειδούς ή διαλυμένης ύλης στο νερό. Είναι σπάνιο να συμβαίνει στη θάλασσα, σε περιπτώσεις όμως όπου παρατηρείται αύξηση της θολερότητας πρέπει να γίνεται λεπτομερείς έλεγχος της ευζωίας των ψαριών με τη χρήση άλλων δεικτών.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Όπως και στους προηγούμενους τύπους εκτροφής, αύξηση του ρυθμού θνησιμότητας σηματοδοτεί κακές συνθήκες διαβίωσης. Βέβαια, καθώς δεν υπάρχουν δημοσιευμένες καμπύλες θνησιμότητας για κανένα από τα υπό μελέτη είδη, σημαντικό είναι να γίνεται συγκριτική ανάλυση σε κάθε μονάδα με βάση το δικό της ιστορικό θνησιμοτήτων.

Όρεξη για θρέψη. Σε ιχθυοκλωβούς είναι δύσκολο να υπάρχει συστηματικός έλεγχος της τροφής που καταναλώνεται από τα ψάρια, ώστε να εκτιμηθεί η όρεξη για θρέψη. Συνήθως το τάισμα γίνεται με τη χρήση πινάκων διατροφής που καθορίζουν την ημερήσια κατανάλωση τροφής βάσει περιβαλλοντικών συνθηκών, το μέγεθος των ψαριών και την ποιοτική σύσταση της τροφής. Σε τέτοιες περιπτώσεις η μειωμένη θρέψη μπορεί να εκτιμηθεί έμμεσα από την αύξηση.

Αύξηση. Η κατανάλωση τροφής σε ένα υγιές ψάρι αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση του σωματικού βάρους. Όταν υπάρχει χαμηλότερη του αναμενόμενου αύξηση, πιθανώς να υπάρχει κάποιο πρόβλημα στις συνθήκες διαβίωσης των ψαριών, το οποίο να οδηγεί σε μη κατανάλωση όλης της παρεχόμενης τροφής ή σε μη ικανοποιητική μετατρεψιμότητά της. Σε κάθε περίπτωση, τα προβλήματα στην αύξηση των ψαριών πρέπει να εξετάζονται διεξοδικά και με τη χρήση άλλων δεικτών, ώστε να εκτιμηθούν τα αίτια που τα προκαλούν.

Συμπεριφορά. Κατά την εκτροφή σε ιχθυοκλωβούς οι κοινωνικές σχέσεις αναμένεται να μην είναι ισχυρά καθορισμένες και επομένως να μην εμφανίζονται σταθερές ιεραρχίες. Αυτό μειώνει την πιθανότητα για άμεσο ανταγωνισμό και επιθετικότητα, ιδίως κατά τη διάρκεια της θρέψης. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει έμμεσος ανταγωνισμός για το φαγητό, καθώς κάποια ψάρια φτάνουν ταχύτερα από άλλα στην τροφή, όπου και μπορεί να υπάρξουν σποραδικά φαινόμενα επιθετικότητας. Μία ακόμα συμπεριφορά που μπορεί να αντικατοπτρίζει καλές συνθήκες διαβίωσης είναι η κολυμβητική συμπεριφορά. Έτσι, η συνεχής και συστηματική εμφάνιση μη φυσικής κολυμβητικής συμπεριφοράς, όπως η κολύμβηση «πανικού», που εκφράζεται με απότομες κινήσεις και έντονες αλλαγές κατεύθυνσης, διάσπαση του κοπαδιού αλλά και αποφυγή κολύμβησης σε συγκεκριμένες περιοχές του κλωβού, είναι ενδεικτικό καταπόνησης και επομένως κακών συνθηκών διαβίωσης.

Υγεία. Η υγεία των ψαριών πρέπει να ελέγχεται δειγματοληπτικά σε τακτική βάση, ώστε να προληφθούν καταστάσεις που θα επιφέρουν θνησιμότητα. Συχνή είναι η εφαρμογή κτηνιατρικών πρακτικών κατά το στάδιο αυτό της παραγωγής, όπως μακροσκοπική εξέταση, εμβολιασμοί και θεραπείες, οι επιπτώσεις των οποίων στην ευζωία των ψαριών πρέπει να ελέγχονται με τη χρήση άλλων δεικτών.

Τραυματισμοί. Τραυματισμοί των ψαριών κατά την εκτροφή σε κλωβούς μπορεί να συμβούν είτε λόγω προσκρούσεων στα δίχτυα κατά τη διάρκεια της εκτροφής είτε λόγω διάφορων διαχειριστικών πρακτικών, όπως η μεταφορά, η δειγματοληψία βάρους-υγείας κ.ά. Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση τέτοιων χειρισμών είναι δυνατό να καταγράφονται έμμεσα οι τραυματισμοί με την παρατήρηση της ύπαρξης ή μη αίματος ή/και λεπιών στο νερό. Για πιο λεπτομερή έλεγχο είναι δυνατό να ελέγχονται ατομικά τα ψάρια για τραυματισμούς στο κρανίο, στο δέρμα ή στα πτερύγια.

Ρυθμός αναπνοής. Ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας μη εξειδικευμένος και μη επεμβατικός δείκτης καταπόνησης κατά την εκτέλεση στρεσογόνων διαχειριστικών πρακτικών. Συγκεκριμένα, αύξηση στο ρυθμό αναπνοής μπορεί να αποτελεί αποτέλεσμα καταπόνησης που θα πρέπει να καταγράφεται για την εκ των υστέρων αξιολόγηση των χειρισμών.

Τιμές αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης στο αίμα. Αν και οι δείκτες αυτοί απαιτούν: (α) τη λήψη αίματος από τα ψάρια, μια σειρά επομένως στρεσογόνων χειρισμών, όπως σύλληψη, έκθεση στον αέρα και αναισθησία, και (β) την ύπαρξη τιμών αναφοράς, είναι χρήσιμοι στην εκτίμηση της ευρωστίας των ψαριών. Χαμηλές τιμές αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης μπορεί να αντικατοπτρίζουν προβλήματα στις συνθήκες διαβίωσης ή στην υγεία των ψαριών.

Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα. Οι δείκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της δριμύτητας διαχειριστικών πρακτικών. Για παράδειγμα, λήψη δειγμάτων πριν και μετά από κάποιον χειρισμό, όπως ο συγχρωτισμός, μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση της καταπόνησης που προκλήθηκε, τόσο μέσω της έντασης όσο και της διάρκειας της απόκρισης. Το γαλακτικό οξύ, συγκεκριμένα, είναι ένας δείκτης που σχετίζεται με τη μυϊκή δραστηριότητα και είναι επομένως χρήσιμος σε περιπτώσεις όπου οι χειρισμοί αναμένεται να προκαλέσουν αύξηση στη δραστηριότητα των ψαριών. Η χρήση αυτών των δεικτών θα αναλυθεί λεπτομερέστερα στο κεφάλαιο που αφορά την αξιολόγηση των επιμέρους πρακτικών (Κεφάλαιο 6.2.).

Τιμές κορτιζόλης στο αίμα. Η κορτιζόλη αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ορμόνες που εμπλέκονται στη ρύθμιση του στρες. Έτσι, σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ο έλεγχος της καταπόνησης που προκαλείται από έναν χειρισμό, η κορτιζόλη είναι ένας αξιόπιστος δείκτης του στρες. Για την ανάλυσή του απαιτείται ειδικός εργαστηριακός εξοπλισμός και καταρτισμένο προσωπικό και για το λόγο αυτό θεωρείται εργαστηριακός δείκτης. Αναλυτικότερα η χρήση του θα παρουσιαστεί στην περιγραφή της αξιολόγησης των επιμέρους πρακτικών (Κεφάλαιο 6.2.).

6.2 | Εκτίμηση Επιχειρησιακών Δεικτών Ευζωίας ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές

6.2.1 | Συγχρωτισμός

Ο συγχρωτισμός αποτελεί μία πολύ συχνή πρακτική κατά τη διαχείριση των ψαριών τόσο σε ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα όσο και σε δεξαμενές σε χερσαίες εγκαταστάσεις. Με τον όρο αυτό περιγράφεται η έντονη και απότομη αύξηση της ιχθυοφόρτισης με αποτέλεσμα τη συνύπαρξη πολλών ψαριών στη μονάδα του όγκου. Η πρακτική αυτή συνδυάζεται –συνήθως προηγείται– με άλλες πρακτικές, όπως η μεταφορά, η διαλογή, ο εμβολιασμός και η θανάτωση. Επομένως, η αναγκαιότητά της είναι έντονη, παρ' ότι θέτει κάποιες προκλήσεις στην ευζωία, ενώ συχνά συνδυάζεται με πρακτικές που αποσκοπούν στη βελτίωση της ευζωίας, όπως ο εμβολιασμός.

Σε ιχθυοκλωβούς ο συγχρωτισμός των ψαριών επιτυγχάνεται είτε με το πλήρες σήκωμα των δικτυών ή με τον «εγκλωβισμό» μέρους των ψαριών σε μικρότερες περιοχές, που σχηματίζονται με μερικό σήκωμα των δικτυών. Σε δεξαμενές συνήθως εκτελείται μέσω της αποστράγγισης της δεξαμενής με ή χωρίς την αποκοπή του νερού εισροής.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Μείωση διαθέσιμου οξυγόνου.** Λόγω της αυξημένης ιχθυοφόρτισης ή/και του μειωμένου όγκου που συνοδεύουν το συγχρωτισμό, υπάρχει κίνδυνος να μειωθεί το διαθέσιμο οξυγόνο για τα ψάρια. Επιπλέον, καθώς ο συγχρωτισμός είναι μία στρεσογόνος διαδικασία για τα ψάρια, παρατηρείται αύξηση στις απαιτήσεις οξυγόνου για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών, η οποία επιτείνει ακόμα περισσότερο τον κίνδυνο από τη μείωση του οξυγόνου.
- **Κολύμβηση και συμπεριφορά.** Η κολυμβητική συμπεριφορά των ψαριών παρακωλύεται κατά τις συνθήκες συγχρωτισμού λόγω απώλειας ζωτικού χώρου. Συνακόλουθο του περιορισμού είναι η ύπαρξη επαφών και χτυπημάτων μεταξύ των ψαριών, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες λεπιών ή/και σε τραυματισμούς των πτερυγίων και του δέρματος.
- Στρες. Η απότομη αλλαγή στην καθημερινή φροντίδα του αποθέματος και στον ωφέλιμο για τις βιολογικές ανάγκες των ψαριών όγκο νερού, καθώς και η μείωση του οξυγόνου ή οι επικείμενοι τραυματισμοί αποτελούν αρνητικά ερεθίσματα για το ζώο. Ο συγχρωτισμός, ειδικά όταν είναι απότομος, είναι ένας από τους κύριους παράγοντες στρες τόσο στο λαβράκι όσο και στην τσιπούρα. Χαρακτηριστικά και στα δύο είδη παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις κορτιζόλης, γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα (Rotllant et al., 2001, 2003; Guardiola et al., 2016) και μειωμένες τιμές pH στους μύες (Bagni et al., 2007) μετά από απότομο και έντονο συγχρωτισμό.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων του συγχρωτισμού

- Μία καλή πρακτική που εφαρμόζεται ευρέως στην ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια είναι η αποφυγή συγχρωτισμού ολόκληρου του πληθυσμού, όταν αυτό δεν είναι αναγκαίο, αλλά ο συγχρωτισμός ενός τυχαίου υποτμήματος του πληθυσμού, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του λόγου για τον οποίο εφαρμόστηκε η συγκεκριμένη πρακτική. Επομένως, είναι σημαντικό να είναι εξ αρχής καθορισμένες οι ανάγκες της πρακτικής, ώστε να εκτιμηθεί το μέγεθος του πληθυσμού που θα υποστεί συγχρωτισμό.
- Ελαχιστοποίηση διάρκειας και έντασης του συγχρωτισμού.
- Ειδικά στο λαβράκι, που είναι ένα είδος ευαίσθητο στους χειρισμούς, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την έναρξη του συγχρωτισμού, ώστε να μην εμφανιστούν συμπεριφορές «πανικού» με αποτέλεσμα τον τραυματισμό των ψαριών.

- Αναφορικά με τη μείωση του οξυγόνου, όταν αυτή παρατηρείται, μπορεί να υπάρξει παροχή επιπλέον οξυγόνου κατά τη διάρκεια του συγχρωτισμού.
- Ιδίως σε ιχθυοκλωβούς, αποφυγή δημιουργίας πολύ ρηχών περιοχών όπου τα ψάρια μπορεί να εκτεθούν στον αέρα ή να εγκλωβιστούν.
- Κατά τη διάρκεια του συγχρωτισμού είναι σημαντικό η διαδικασία να παρακολουθείται και, όπου χρειάζεται, βάσει των επιχειρησιακών δεικτών ευζωίας, να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την τροποποίηση της διαδικασίας.

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά*	Ρυθμός αναπνοής
	Τραυματισμοί	Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα
		Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης)

Όπως κολυμβητική συμπεριφορά ή παρατήρηση εμφάνισης του ραχιαίου πτερυγίου εκτός νερού.

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Καθώς σε συνθήκες συγχρωτισμού ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί δραματικά, είναι απαραίτητο να υπάρχει παρακολούθηση των επιπέδων οξυγόνου καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Ως γενική σύσταση η αναφορά της EFSA (2008) αναφέρει ότι ο κορεσμός του οξυγόνου σε συνθήκες εκτροφής δεν πρέπει να είναι κάτω από 40%.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία κατά την οποία λαμβάνει χώρα ο συγχρωτισμός είναι σημαντική, καθώς ο μεταβολισμός των ψαριών, η κατανάλωση οξυγόνου (Claireaux and Lagardère, 1999) ακόμα και οι τιμές αναφοράς των φυσιολογικών δεικτών στρες (Samaras *et al.*, 2018a) εξαρτώνται από αυτή, αλλά και γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα τον κορεσμό του οξυγόνου στο νερό. Ειδικά στις περιόδους με υψηλή θερμοκρασία νερού, ο κορεσμός του οξυγόνου είναι χαμηλότερος, ενώ οι ενεργειακές απαιτήσεις των ψαριών υψηλότερες, καθιστώντας έτσι τη μείωση του οξυγόνου ακόμα πιο επιβλαβή για τα ψάρια.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Ο συγχρωτισμός είναι μία διαδικασία που δεν αναμένεται να επιφέρει θνησιμότητα. Παρ' όλα αυτά, θα πρέπει να καταγράφονται οι αριθμοί θανάτων σε περιπτώσεις εμφάνισης τυχόν θνησιμοτήτων τόσο κατά τη διάρκεια όσο και για ένα διάστημα τουλάχιστον 3 ημερών μετά τη διαδικασία, ώστε να εντοπιστούν πιθανά εκ των υστέρων προβλήματα.

Συμπεριφορά. Παρακολούθηση συμπεριφοράς, όπως απότομη κολύμβηση (*burst swimming*) ή έκθεση του ραχιαίου πτερυγίου εκτός του νερού. Τέτοιες συμπεριφορές αποτελούν ένδειξη στρες και πρέπει να αποφεύγεται η εμφάνισή τους.

Τραυματισμοί. Ο συγχρωτισμός μπορεί να προκαλέσει τραυματισμούς λόγω χτυπημάτων μεταξύ των ψαριών ή/και πάνω στα δίχτυα του κλωβού και στα τοιχώματα της δεξαμενής. Για τον σκοπό αυτό, ένας δείκτης μειωμένης ευζωίας είναι η ύπαρξη λεπιών, βλέννας ή αίματος στο νερό. Τέτοιου τύπου τραυματισμοί μπορεί να μην αποβούν μοιραίοι για τα ζώα κατά τη στιγμή της διαδικασίας, αλλά αποτελούν βλάβες που μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα ωσμωρύθμισης, καθώς και σε λοιμώξεις. Η ατομική εξέταση της εξωτερικής κατάστασης των ψαριών αποτελεί έναν πιο ειδικό δείκτη ευζωίας. Οι συνηθέστεροι τραυματισμοί συμβαίνουν στο δέρμα, όπως η απώλεια λεπιών, και στα πτερύγια, αλλά μπορεί να υπάρξουν βλάβες στα μάτια, στο ρύγχος και στο επικαλυμματικό οστό.

Ρυθμός αναπνοής. Ο αναπνευστικός ρυθμός αυξάνει κατά τη διάρκεια έντονης δραστηριότητας αλλά και σε καταστάσεις στρες. Για να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης αυτός απαιτείται αρχικά η εκτίμηση του ρυθμού αναπνοής προ του συγχρωτισμού, ώστε να υπολογιστεί η διαφορά του ρυθμού, καθώς υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να τον επηρεάζουν, όπως η θερμοκρασία και ο κορεσμός του οξυγόνου. Μία ακόμα δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι για να μετρηθεί ο αναπνευστικός ρυθμός πρέπει το ζώο να είναι στατικό ή να κινείται αργά.

Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα. Οι δύο αυτοί βιοχημικοί δείκτες εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις, όταν ένα ζώο βρίσκεται υπό συνθήκες στρες. Ειδικότερα το γαλακτικό οξύ επηρεάζεται έντονα από το στρες, το οποίο ωθεί το ζώο σε έντονη άσκηση (κίνηση). Κατά τον συγχρωτισμό, όπου παρατηρούνται συμπεριφορές έντονης κολυμβητικής δραστηριότητας, αναμένεται και οι δύο δείκτες να αυξηθούν. Για τη μέτρησή τους δεν απαιτείται ειδικός εργαστηριακός εξοπλισμός, καθώς μπορούν να μετρηθούν με φορητά όργανα. Τόσο στο λαβράκι όσο και στην τσιπούρα η γλυκόζη και το γαλακτικό οξύ εμφανίζουν αύξηση από τη μισή ώρα μετά το στρες, φτάνοντας όμως μέγιστα επίπεδα μεταξύ 2-4 ωρών η γλυκόζη και 1-2 ώρες το γαλακτικό οξύ (Fanouraki *et al*., 2011). Για την ορθότερη εκτίμηση των δεικτών αυτών πρέπει να λαμβάνονται δείγματα και πριν την έναρξη του συγχρωτισμού, τα οποία να χρησιμοποιούνται ως τιμές βάσης, καθώς οι συγκεντρώσεις τόσο της γλυκόζης όσο και του γαλακτικού οξέος επηρεάζονται από την εποχή, τη διατροφή, τη φυσιολογική κατάσταση και το αναπτυξιακό στάδιο του ζώου.

Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης). Η κορτιζόλη είναι ένας από τους πιο αξιόπιστους δείκτες οξέος στρες. Ο συγχρωτισμός έχει φανεί ότι προκαλεί έντονη αύξηση κορτιζόλης στα ψάρια, ενώ στο λαβράκι παρατηρείται αύξηση ήδη στα 6 λεπτά μετά τον συγχρωτισμό (Rotllant *et al*., 2003). Επιπλέον, ο δείκτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της διάρκειας της καταπόνησης, όπως αυτή αποτυπώνεται από τον χρόνο που χρειάζεται για να επανέλθουν οι τιμές σε επίπεδα προ του στρες. Η εκτίμηση του δείκτη απαιτεί εργαστηριακό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό.

6.2.2 | Μεταφορά

Η μεταφορά ζωντανών ψαριών είναι μία συνήθης πρακτική, ιδίως κατά το στάδιο της μεταφοράς νεαρών ψαριών από τους ιχθυογεννητικούς σταθμούς στις πλωτές μονάδες καλλιέργειας. Κατά τη διαδικασία της μεταφοράς τα ψάρια εκτίθενται σε ένα σύνολο στρεσογόνων πρακτικών, όπως ο συγχρωτισμός, τόσο για τη σύλληψή τους όσο, κατά περιπτώσεις, και κατά τη μεταφορά τους, τη σύλληψη και τη φόρτωσή τους στις δομές μεταφορας, τη μεταφορά αυτήν καθ' εαυτή και τέλος την εκφόρτωσή τους.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Χειρισμοί κατά τη διαδικασία:** Ο συγχρωτισμός και οι χειρισμοί για τη φόρτωση και εκφόρτωση των ψαριών, εκτός του ότι προκαλούν στρες στα ψάρια, ενδέχεται επιπλέον να επιφέρουν τραυματισμούς και δυνητικά επακόλουθα προβλήματα υγείας.
- **Ποιότητα νερού:** Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς η ποιότητα του νερού μπορεί να αλλοιωθεί και να παρατηρηθεί πτώση σε αρκετούς από τους περιβαλλοντικούς δείκτες ευζωίας. Επιπλέον, σε περιόδους που η θερμοκρασία του νερού εκτροφής διαφέρει σημαντικά από την ατμοσφαιρική, ενδέχεται να υπάρξουν έντονες αλλαγές με αρνητικό αντίκτυπο στην ευζωία.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων του συγχρωτισμού

- Εφαρμογή ορθών πρακτικών κατά τους χειρισμούς πριν τη μεταφορά. Υιοθέτηση νέων μεθόδων, όπως η άντληση των ψαριών για το φόρτωμά τους στη δομή μεταφοράς.
- Αντιμετώπιση της αλλοίωσης της ποιότητας του νερού κατά τη μεταφορά. Αυτό προϋποθέτει την παρακολούθηση των δεικτών ποιότητας και την εφαρμογή μέτρων, όπως η προσθήκη οξυγόνου, η αλλαγή νερού κ.λπ. για την αποφυγή της αλλοίωσής της.

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά	Ρυθμός αναπνοής
Πυκνότητα εκτροφής	Τραυματισμοί	Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα
pH		Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης)

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Καθώς σε συνθήκες μεταφοράς δεν υπάρχει ανανέωση νερού, ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί δραματικά. Πρέπει, επομένως, κατά τη διάρκεια της μεταφοράς να υπάρχει παρακολούθηση των επιπέδων οξυγόνου και, όποτε κρίνεται αναγκαίο, να γίνεται προσθήκη οξυγόνου στο νερό.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του νερού εκτροφής κατά τη μεταφορά ενδέχεται να αλλάξει σημαντικά, ιδίως όταν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ αυτής και της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Αλλαγή της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει επιπλέον στρες στα ψάρια, οδηγώντας σε αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου.

Πυκνότητα εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση κατά τη μεταφορά πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά, καθώς υψηλές ιχθυοφορτίσεις αναμένεται να επιφέρουν εντονότερες αλλοιώσεις στην ποιότητα του νερού εκτροφής, ειδικά στους τρεις προαναφερθέντες δείκτες.

pH: Το ph του νερού ενδέχεται να μειωθεί κατά τη διαδικασία της μεταφοράς λόγω του μεταβολισμού των ψαριών και της απουσίας ανανέωσης του νερού.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Η μεταφορά είναι μία διαδικασία που ενδέχεται να επιφέρει θνησιμότητα, καθώς αποτελείται από διαφορετικές επιμέρους στρεσογόνες πρακτικές. Επομένως, πρέπει να καταγράφονται τυχόν θνησιμότητες τόσο κατά τη διάρκεια όσο και για διάστημα κάποιων ημερών μετά τη διαδικασία, ώστε να εντοπιστούν πιθανά εκ των υστέρων προβλήματα.

Συμπεριφορά. Παρακολούθηση συμπεριφοράς, όπως η κολύμβηση και ο σχηματισμός κοπαδιού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αλλά και για διάστημα κάποιων ημερών μετά τη διαδικασία, ώστε να εκτιμηθεί ο βαθμός καταπόνησης που προκλήθηκε. Σημαντική παράμετρος είναι επίσης η καταγραφή του χρόνου που απαιτείται για την επανέναρξη της τροφοληψίας μετά το τέλος της διαδικασίας.

Τραυματισμοί. Η μεταφορά, τόσο η ίδια η διαδικασία όσο κυρίως η φόρτωση και εκφόρτωση, μπορεί να προκαλέσει τραυματισμούς λόγω χτυπημάτων μεταξύ των ψαριών ή στα δίχτυα του κλωβού και στα τοιχώματα της δεξαμενής. Για το σκοπό αυτό, ένας δείκτης μειωμένης ευζωίας είναι η ύπαρξη λεπιών, βλέννας ή αίματος στο νερό. Τέτοιου τύπου τραυματισμοί μπορεί να μην αποβούν μοιραίοι για τα ζώα κατά τη στιγμή της διαδικασίας, αλλά αποτελούν βλάβες που μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα ωσμωρύθμισης, καθώς και σε λοιμώξεις. Η ατομική εξέταση της εξωτερικής κατάστασης των ψαριών αποτελεί έναν πιο ενδελεχή δείκτη ευζωίας. Οι συνηθέστεροι τραυματισμοί συμβαίνουν στο δέρμα, όπως η απώλεια λεπιών, και στα πτερύγια, αλλά μπορεί να υπάρξουν βλάβες στα μάτια, στο ρύγχος και στο επικαλυμματικό οστό.

Ρυθμός αναπνοής. Ο αναπνευστικός ρυθμός αυξάνει κατά τη διάρκεια έντονης δραστηριότητας αλλά και σε καταστάσεις στρες. Για να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης αυτός απαιτείται αρχικά η εκτίμηση του ρυθμού αναπνοής προ της έναρξης της διαδικασίας, ώστε να υπολογιστεί η διαφορά του ρυθμού, καθώς υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να τον επηρεάζουν, όπως η θερμοκρασία και ο κορεσμός του οξυγόνου. Μία ακόμα δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι για να μετρηθεί ο αναπνευστικός ρυθμός πρέπει το ζώο να είναι στατικό ή να κινείται αργά.

Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα. Οι δύο αυτοί βιοχημικοί δείκτες εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις, όταν ένα ζώο βρίσκεται υπό συνθήκες στρες. Ειδικότερα το γαλακτικό οξύ επηρεάζεται έντονα από το στρες, το οποίο υποβάλει το ζώο σε έντονη άσκηση. Κατά τη διαδικασία της μεταφοράς αναμένεται και οι δύο δείκτες να αυξηθούν. Για τη μέτρησή τους δεν απαιτείται ειδικός εργαστηριακός εξοπλισμός, καθώς μπορούν να μετρηθούν με φορητά όργανα. Τόσο στο λαβράκι όσο και στην τσιπούρα οι συγκεντρώσεις της γλυκόζης και του γαλακτικού οξέος φαίνεται να παραμένουν αυξημένες κατά τη διάρκεια της έκθεσής τους σε νέες δεξαμενές μετά το στρες έως και τις 4-8 ώρες (Samaras *et al*., 2016, 2018a; Jerez-Cepa *et al*., 2019). Για την ορθότερη εκτίμηση των δεικτών αυτών πρέπει να λαμβάνονται δείγματα και πριν την έναρξη της διαδικασίας, τα οποία να χρησιμοποιούνται ως τιμές βάσης, καθώς οι συγκεντρώσεις τόσο της γλυκόζης όσο και του γαλακτικού οξέος επηρεάζονται

από την εποχή, τη διατροφή, τη φυσιολογική κατάσταση και το αναπτυξιακό στάδιο του ζώου.

Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης). Η κορτιζόλη είναι ένας από τους πιο αξιόπιστους δείκτες οξέος στρες. Η όλη διαδικασία της μεταφοράς περιλαμβάνει πρακτικές όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη με απόχες, το νέο περιβάλλον κ.λπ. που έχουν φανεί να προκαλούν έντονη αύξηση κορτιζόλης στα ψάρια (Fanouraki *et al.*, 2011; Samaras *et al.*, 2016, 2018b). Η επαναφορά της κορτιζόλης σε προ του στρες επίπεδα είναι πιο σύντομη απ' ότι της γλυκόζης και του γαλακτικού οξέος (Fanouraki *et al.*, 2011; Jerez-Cepa *et al.*, 2019). Η εκτίμηση του δείκτη απαιτεί εργαστηριακό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό.

6.2.3 | Διαλογή

Η διαλογή μεγεθών είναι μία διαδικασία που γίνεται σε αρκετά στάδια του κύκλου παραγωγής με σκοπό τη δημιουργία ομάδων με ομοιογενή μεγέθη. Συχνά γίνονται διαλογές κατά το στάδιο της προπάχυνσης, ώστε τα ψάρια να χωριστούν σε ομάδες παρόμοιων μεγεθών με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης κυρίως των μικρότερων σε μέγεθος ψαριών αλλά και την καλύτερη παροχή τροφής. Διαλογή μπορεί να συμβεί και κατά τις διαδικασίες εμβολιασμών και εφαρμογών κτηνιατρικών υπηρεσιών, καθώς επίσης κατά την εξαλίευση, ειδικά με συσκευές ηλεκτραναισθησίας. Ως διαδικασία περιλαμβάνει ποικίλους χειρισμούς, όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη, η έκθεση στον αέρα κατά τη διαδικασία της διαλογής, καθώς και τη μεταφορά σε νέο μέσο εκτροφής. Επομένως, προσοχή πρέπει να δίνεται στις επιμέρους πρακτικές που την καταρτίζουν.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Χειρισμοί κατά τη διαδικασία:** Οι χειρισμοί κατά τη διαδικασία, όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη και η έκθεση στον αέρα, προκαλούν στρες στα ψάρια, ενώ ενδέχεται επιπλέον να επιφέρουν τραυματισμούς και δυνητικά προβλήματα υγείας.
- **Διαδικασία διαλογής:** Οι συσκευές για τη διαλογή των μεγεθών είναι κατασκευασμένες με τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι τραυματισμοί, αλλά μη ορθή χρήση τους θα μπορούσε να προκαλέσει τραυματισμούς, κυρίως στο δέρμα, στο κρανίο και στα πτερύγια.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων του συγχρωτισμού

- Εφαρμογή ορθών πρακτικών κατά τους χειρισμούς πριν, κατά τη διάρκεια αλλά και μετά τον χειρισμό.
- Οι επιφάνειες που χρησιμοποιούνται για τη διαλογή των ψαριών θα πρέπει να είναι υγρές, ενώ επίσης να μη φέρουν εξογκώματα και τραχέα τοιχώματα που θα μπορούσαν να τραυματίσουν τα ζώα.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά τη διαλογή

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά	Ρυθμός αναπνοής
Πυκνότητα εκτροφής	Τραυματισμοί	Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα
pH		Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης)

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Όπως περιγράφηκε λεπτομερώς, στον συγχρωτισμό (Ενότητα 6.2.1.) ο κορεσμός του οξυγόνου θα πρέπει να ελέγχεται κατά τη διάρκεια χειρισμών στα ψάρια.

Θερμοκρασία. Θα πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία του νερού όπου γίνεται ο συγχρωτισμός αλλά και στα νέα μέσα όπου θα τοποθετηθούν τα ψάρια και να αποφεύγεται η έκθεση των ψαριών σε έντονες θερμοκρασιακές διαφορές.

Ιχθυοφόρτιση. Η πυκνότητα που δημιουργείται λόγω συγχρωτισμού που προηγείται της διαλογής πρέπει να ελέγχεται και να μη φτάνει σε σημείο που να εκτίθενται τμήματα των ψαριών εκτός νερού ή να μειώνεται δραματικά η κολυμβητική συμπεριφορά τους.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Όπως κάθε χειρισμός, ενδέχεται να παρατηρηθούν μικρά ποσοστά θνησιμότητας κατά τη διαδικασία ή μετά το πέρας αυτής, τα οποία θα πρέπει να καταγράφονται.

Συμπεριφορά. Παρακολούθηση συμπεριφοράς, όπως απότομη κολύμβηση (*burst swimming*) ή έκθεση του ραχιαίου πτερυγίου εκτός του νερού, καθώς και καταγραφή του χρόνου που απαιτείται για την επανέναρξη της τροφοληψίας μετά το τέλος της διαδικασίας.

Τραυματισμοί. Όπως αναφέρθηκε ήδη, παρ' ότι πρέπει να λαμβάνονται όλα τα προληπτικά μέτρα για την αποφυγή τραυματισμών, ιδίως από τις συσκευές διαλογής, είναι σημαντικό να καταγράφονται περιπτώσεις όπου εμφανίζονται δείκτες τραυματισμού, όπως αίμα ή λέπια στο νερό ή στον διαλογέα. Σε ακραίες περιπτώσεις όπου απαιτείται πιο ακριβής έλεγχος, μπορεί να γίνει ατομική εξέταση των ψαριών για πιθανούς τραυματισμούς, κυρίως στο δέρμα, στο κρανίο και στα πτερύγια.

Υγεία. Αν υπάρξουν τραυματισμοί, είναι πιθανό να υπάρξουν επακόλουθες λοιμώξεις. Επομένως, αν στις αμέσως επόμενες ημέρες από τον χειρισμό εμφανιστούν ενδείξεις ασθενειών, θα πρέπει να ελέγχονται διεξοδικότερα.

6.2.4 | Δειγματοληψία για τον έλεγχο βάρους-υγείας

Η λήψη δειγμάτων για τον έλεγχο βάρους, υγείας ή ακόμα και δεικτών ευζωίας, όπως π.χ. η αιμοληψία για έλεγχο δεικτών φυσιολογίας, είναι μία συνήθης πρακτική καθ' όλο τον κύκλο παραγωγής, που μπορεί όμως να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην ευζωία των ψαριών. Περιλαμβάνει πρακτικές όπως ο συγχρωτισμός, τη διαδικασία του «κυνηγητού» μέχρι τη σύλληψη των ατόμων, την έκθεση στον αέρα, κατά περιπτώσεις την αναισθησία και τους χειρισμούς ανάλογα με τα δείγματα που λαμβάνονται. Αυτές οι πρακτικές, όταν γίνονται με τον ενδεδειγμένο τρόπο, θεωρούνται ήπιας δριμύτητας με χαμηλό αντίκτυπο στην ευζωία (EC, 2009; Hawkins *et al.*, 2011). Θα πρέπει, παρ' όλα αυτά, να ελέγχεται μια σειρά από δείκτες καθ' όλη τη διάρκεια των πρακτικών.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Χειρισμοί κατά τη διαδικασία:** Οι χειρισμοί κατά τη διαδικασία, όπως ο συγχρωτισμός, η σύλληψη και η έκθεση στον αέρα και η αναισθησία, προκαλούν στρες στα ψάρια, ενώ ενδέχεται επιπλέον να επιφέρουν τραυματισμούς και δυνητικά επακόλουθα προβλήματα υγείας.
- **Αναισθησία:** Για τη μέτρηση του βάρους και την εξέτασην της υγείας ή άλλων δεικτών στα ψάρια πολύ συχνά απαιτείται η αναισθητοποίησή τους. Αυτή αν δε λάβει χώρα με ορθή δοσολογία, ανάλογα με το αναπτυξιακό στάδιο και το σωματικό βάρος των ψαριών, ή αν διαρκέσει περισσότερο του ενδεδειγμένου, μπορεί να εγείρει σημαντικά ζητήματα ευζωίας, οδηγώντας ακόμα και στον θάνατο.
- **Δειγματοληψία:** Οι χειρισμοί που γίνονται στα ψάρια κατά τη δειγματοληψία ενδέχεται να είναι στρεσογόνοι, όπως π.χ. βιοψία, αιμοληψία.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων του συγχρωτισμού

- Εφαρμογή ορθών πρακτικών κατά τους χειρισμούς πριν, κατά τη διάρκεια αλλά και μετά τον χειρισμό.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά τη δειγματοληψία για έλεγχο βάρους-υγείας

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά	Ρυθμός αναπνοής
	Τραυματισμοί	

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Ο κορεσμός του οξυγόνου πρέπει να ελέγχεται τόσο κατά τον συγχρωτισμό όσο και στις δεξαμενές αναισθησίας και ανάνηψης. Ειδικά η ανάνηψη είναι πιο δύσκολη όταν το νερό δεν είναι επαρκώς κορεσμένο σε οξυγόνο.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του νερού στις δεξαμενές αναισθησίας και ανάνηψης ενδέχεται να μεταβληθεί, ιδίως όταν υπάρχουν έντονες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ατμόσφαιρας και νερού, όπως π.χ. τις θερμές καλοκαιρινές ημέρες. Μεταβολή της θερμοκρασίας αναμένεται να επιφέρει αλλαγές και στον κορεσμό του οξυγόνου.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Οι χειρισμοί για τη δειγματοληψία ζωοτεχνικών χαρακτηριστικών είναι μία διαδικασία που σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να επιφέρει θνησιμότητα. Είναι σημαντικό επομένως να καταγράφονται τυχόν θνησιμότητες τόσο κατά τη διάρκεια όσο και για διάστημα κάποιων ημερών μετά τη διαδικασία, ώστε να εντοπιστούν πιθανά εκ των υστέρων προβλήματα.

Συμπεριφορά. Παρακολούθηση συμπεριφοράς, όπως η κολύμβηση και ο σχηματισμός κοπαδιού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αλλά και για διάστημα κάποιων ημερών μετά τη διαδικασία, ώστε να εκτιμηθεί ο βαθμός καταπόνησης που προκλήθηκε. Σημαντική παράμετρος είναι επίσης η καταγραφή του χρόνου που απαιτείται για την επανέναρξη της τροφοληψίας μετά το τέλος της διαδικασίας.

Τραυματισμοί. Οι χειρισμοί για τη δειγματοληψία μορφομετρικών χαρακτηριστικών ενδέχεται να επιφέρουν τραυματισμούς, καθώς περιλαμβάνουν πρακτικές όπως η σύλληψη και η έκθεση στον αέρα. Έτσι, ένας δείκτης μειωμένης ευζωίας σε επίπεδο αποθέματος είναι η ύπαρξη λεπιών, βλέννας ή αίματος στο νερό. Επιπλέον, όταν κρίνεται απαραίτητο, μπορεί να γίνει ατομική εξέταση της εξωτερικής κατάστασης των ψαριών ως ένας πιο λεπτομερής δείκτης ευζωίας. Κάτι τέτοιο συνιστάται βέβαια μόνο σε περιπτώσεις όπου κρίνεται απαραίτητο, καθώς για να εξεταστούν ατομικά τα ψάρια απαιτείται επανάληψη της διαδικασίας της δειγματοληψίας.

Ρυθμός αναπνοής. Ο αναπνευστικός ρυθμός μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένας δείκτης στρες της διαδικασίας. Για να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης αυτός απαιτείται αρχικά η εκτίμηση του ρυθμού αναπνοής προ της έναρξης της διαδικασίας, ώστε να υπολογιστεί η διαφορά του ρυθμού, καθώς υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να τον επηρεάζουν, όπως η θερμοκρασία και ο κορεσμός του οξυγόνου. Μία ακόμα δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι για να μετρηθεί ο αναπνευστικός ρυθμός πρέπει το ζώο να είναι στατικό ή να κινείται αργά.

6.2.5 | Εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών

Οι χειρισμοί για την εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών ή προληπτικών μέτρων έχουν ως στόχο την προφύλαξη της υγείας των ιχθύων, μπορεί παρ' όλα αυτά να προκαλούν καταπόνηση. Υπάρχουν κάποιες κτηνιατρικές διαδικασίες που αποτελούν ρουτίνα για κάθε απόθεμα ψαριών, όπως εμβολιασμοί σε συγκεκριμένα στάδια του κύκλου παραγωγής, ενώ άλλες που εφαρμόζονται όταν καθίσταται αναγκαίο, όπως για παράδειγμα θεραπείες με αντιβίωση ή αποπαρασιτώσεις. Σε κάθε περίπτωση η χρήση κτηνιατρικών πρακτικών είναι απαραίτητη και αποσκοπεί στη βελτίωση των καλών συνθηκών διαβίωσης των ψαριών, πρέπει όμως να καταγράφονται οι δείκτες ευζωίας κατά την εφαρμογή τους.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Χειρισμοί κατά τη διαδικασία:** Αρχικά, για την εκτίμηση της υγείας των ψαριών απαιτείται λήψη δειγμάτων, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα. Επιπλέον, για την εφαρμογή κτηνιατρικών μέτρων πρόληψης ή θεραπείας απαιτείται χειρισμός των ζώων. Έτσι, για τον εμβολιασμό τα ψάρια εκτίθενται σε ένα σύνολο χειρισμών που περιλαμβάνει το συγχρωτισμό, τη σύλληψη, την αναισθησία και τέλος τον εμβολιασμό. Στην περίπτωση των θεραπειών ακολουθούνται παρόμοιοι χειρισμοί, ενώ η διαδικασία της θεραπείας συχνά αποτελείται από τοποθέτηση των ψαριών σε νερό που περιλαμβάνει κάποιο αντιβιοτικό ή κάποια χημική ουσία για αποπαρασίτωση.
- **Επιπτώσεις κτηνιατρικών εφαρμογών:** Η εφαρμογή μέτρων πρόληψης ή θεραπείας μπορεί να αποτελέσει από μόνη της πρόκληση στην ευζωία. Συγκεκριμένα, εφαρμογή πρακτικών όπως η μεταφορά σε νερό χαμηλής αλατότητας ή η χορήγηση χημικών παρασιτοκτόνων για την καταπολέμηση παθογόνων οργανισμών (Αθανασοπούλου, 2001) αναμένεται να επιδρούν στην ευζωία των ψαριών. Επιπλέον, οι εμβολιασμοί, ιδίως οι ενέσιμοι, ενδέχεται να προκαλέσουν παρενέργειες, όπως μειωμένος ρυθμός αύξησης, χρόνια περιτονίτιδα, ινώδεις συμφύσεις και κοκκιώματα στην περιτοναϊκή κοιλότητα (Papadopoulos et al., 2008).
- **Ποιότητα νερού κατά τη διαδικασία κτηνιατρικών εφαρμογών:** Για την εφαρμογή μέτρων πρόληψης ή θεραπείας είναι πολύ συχνά απαραίτητο να συγχρωτιστούν τα ψάρια σε μικρούς όγκους νερού για να γίνουν οι επιθυμητοί χειρισμοί (Papadopoulos et al., 2008). Σε τέτοιες περιπτώσεις η ποιότητα του νερού μπορεί να αλλοιωθεί σημαντικά, ενώ είναι απαραίτητο να υπάρχει παροχή οξυγόνου ή αέρα.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων των κτηνιατρικών εφαρμογών

- Η ευζωία των ψαριών πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη κατά την εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών. Έτσι, η χρησιμότητα και η αναγκαιότητα των θεραπειών πρέπει να αξιολογείται συνδυαστικά με τα προβλήματα ευζωίας που δυνητικά θα προκαλέσει. Υπάρχουν περιπτώσεις που η κατάσταση της υγείας των ψαριών είναι μη αναστρέψιμη και είναι προτιμότερο να εφαρμοστεί εύσπλαχνη θανάτωση, παρά ανεπιτυχής και επώδυνη θεραπεία.
- Είναι χρήσιμο, όπου αυτό είναι εφικτό, η θεραπεία να ολοκληρώνεται σε ένα τμήμα του αποθέματος (π.χ. μία δεξαμενή ή ένας κλωβός) προτού συνεχιστεί στα υπόλοιπα ψάρια. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει αξιολόγηση σχετικά με τον αντίκτυπο στην ευζωία των ψαριών, ώστε να αποφασιστεί η συνέχιση ή όχι της διαδικασίας.
- Πρέπει να διατηρείται αρχείο με καταγραφή των πρακτικών και των επιπτώσεων αυτών στην ευζωία των ψαριών για πιθανή εκ των υστέρων αξιολόγηση των χειρισμών, με σκοπό τη βελτίωσή τους.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά την εφαρμογή κτηνιατρικών πρακτικών

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά	Υγεία
pH	Τραυματισμοί	Αναπνευστικός ρυθμός
Πυκνότητα εκτροφής		Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα
		Τιμές κορτιζόλης στο αίμα (εργαστηριακός δείκτης)

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να εμφανίσει πτώση κατά τη διαδικασία των χειρισμών που προηγούνται της δειγματοληψίας αλλά και κατά τη διάρκεια των κτηνιατρικών εφαρμογών. Έτσι, το οξυγόνο πρέπει να ελέγχεται συνεχώς. Αρχικά, για τη σύλληψη των ψαριών απαιτείται συγχρωτισμός, όπου μπορεί εν δυνάμει να εμφανιστούν προβλήματα με τα επίπεδα οξυγόνου. Εν συνεχεία, σε περιπτώσεις θεραπειών με εμβάπτιση των ψαριών σε μικρές –ώστε να περιορίζεται η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου φαρμάκου– δεξαμενές που φέρουν διαλυμένη τη θεραπευτική ουσία ή σε εμβολιασμούς που πραγματοποιούνται με εμβάπτιση τα ψάρια παραμένουν σε νερό χωρίς ανακύκλωση, στο οποίο υπάρχει πτώση του οξυγόνου λόγω αναπνοής. Επίσης, κατά την πρακτική των ενέσιμων εμβολιασμών μπορεί να παρατηρηθούν προβλήματα οξυγόνωσης, καθώς για να γίνει ο χειρισμός τα ψάρια συλλέγονται σε ομάδες από τον όγκο εκτροφής και τοποθετούνται σε μικρές δεξαμενές χωρίς ανακύκλωση νερού. Σε όλες τις προαναφερθείσες πρακτικές πρέπει να υπάρχει συνεχής παρακολούθηση του οξυγόνου και εξωγενής παροχή αέρα ή οξυγόνου στο νερό, όποτε αυτό χρειάζεται. Στην τελευταία περίπτωση ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να μην προκληθεί υ εροξία στο νερό.

Θερμοκρασία. Όταν οι χειρισμοί γίνονται σε μικρές δεξαμενές, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υπάρχει περίπτωση να μεταβάλλεται η θερμοκρασία του νερού, ειδικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας νερού και ατμοσφαιρικού αέρα. Πρέπει να υπάρχει παρακολούθηση της θερμοκρασίας και να λαμβάνονται μέτρα, όπως αλλαγή νερού ή διακοπή της διαδικασίας, σε περιπτώσεις που υπάρχουν έντονες μεταβολές.

pH. Το pH χρήζει ιδιαίτερης παρακολούθησης σε περιπτώσεις όπου γίνεται εμβάπτιση των ψαριών σε νερό που φέρει διαλυμένη κάποια θεραπευτική ουσία ή κάποιο εμβόλιο, έτσι ώστε να μην προκληθεί μεταβολή του λόγω των χημικών χαρακτηριστικών της ουσίας. Επίσης, καθώς τα ψάρια τοποθετούνται σε νερό χωρίς ανακύκλωση, ενδέχεται να μειωθεί το pH λόγω της αύξησης του CO_2 που απελευθερώνεται κατά την εκπνοή.

Πυκνότητα εκτροφής. Η πυκνότητα αυτή αναφέρεται στην ιχθυοφόρτιση που εκτίθενται τα ψάρια κατά τη διαδικασία του χειρισμού, όπως π.χ. η εμβάπτιση σε νερό με θεραπευτικές ουσίες. Κατά την εκτέλεση τέτοιων πρακτικών είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται υψηλές πυκνότητες, έτσι ώστε να μη γίνεται άσκοπη σπατάλη φαρμακευτικών ουσιών. Είναι σημαντικό, λοιπόν, να καταγράφεται η πυκνότητα αλλά και τυχόν θέματα που προκύπτουν αναφορικά με την ευζωία και τη χρήση και άλλων συμπληρωματικών δεικτών, όπως περιβαλλοντικές παράμετροι, συμπεριφορά και τραυματισμοί.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Παρ' όλο που οι κτηνιατρικές εφαρμογές γίνονται με σκοπό τη βελτίωση της υγείας των ψαριών, η δριμύτητά τους σε συνδυασμό με την κατάσταση των ψαριών, ειδικά όταν πρόκειται για θεραπείες σε ήδη νοσούντα ψάρια, μπορεί να επιφέρει θνησιμότητα. Η θνησιμότητα πρέπει να καταγράφεται με σκοπό να αξιολογείται η συνέχιση ή μη της θεραπείας, καθώς και για τον εκ των υστέρων έλεγχο της δριμύτητας της πρακτικής.

Συμπεριφορά. Η συμπεριφορά μπορεί να αξιολογηθεί σε πολλά επίπεδα, τόσο κατά τη διάρκεια της διαχειριστικής πρακτικής όσο και για την εκτίμηση της επαναφοράς των ψαριών σε κανονική κατάσταση μετά το πέρας αυτής. Έτσι, κατά τη διάρκεια της πρακτικής μπορεί να ελέγχεται η εμφάνιση συμπεριφοράς «πανικού» ή η κολυμβητική συμπεριφορά, όταν πρόκειται για μη αναισθητοποιημένα ζώα. Για τον έλεγχο της επαναφοράς των ψαριών μπορεί να ελέγχεται ο χρόνος που απαιτείται για επανάκαμψη της θρέψης, αλλά και η κολυμβητική συμπεριφορά.

Τραυματισμοί. Καθώς για την εφαρμογή κτηνιατρικών πρακτικών απαιτείται μια σειρά χειρισμών, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, ενδέχεται να υπάρξουν τραυματισμοί. Αυτοί μπορεί να ελέγχονται και να καταγράφονται σε επίπεδο αποθέματος, με την παρουσία λεπιών ή/και αίματος στο νερό, ενώ, με μεγαλύτερη ακρίβεια, μετά από μακροσκοπική εξέταση των ψαριών.

Υγεία. Η εκτίμηση της υγείας μετά το πέρας των κτηνιατρικών εφαρμογών είναι μία διαδικασία που συχνά πραγματοποιείται έτσι ώστε να ελέγξει την επιτυχή ή μη θεραπεία ή και τις πιθανές επιπτώσεις των εμβολιασμών. Μέσω αυτού του ελέγχου εκτιμάται επίσης η αναγκαιότητα ή μη χορήγησης νέας θεραπείας.

Αναπνευστικός ρυθμός. Όπως και στην περίπτωση άλλων στρεσογόνων πρακτικών, η καταγραφή, έστω και συγκριτική, του αναπνευστικού ρυθμού μπορεί να αποτελέσει μία πρώτη εκτίμηση για το βαθμό καταπόνησης στον οποίο υπόκεινται τα ζώα.

Τιμές γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα. Για πιο λεπτομερή έλεγχο της καταπόνησης στα ψάρια μπορεί να γίνεται δειγματοληπτικός έλεγχος για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα. Αυτές οι παράμετροι αναμένεται να αυξηθούν σε ψάρια που έχουν υποστεί καταπόνηση.

Τιμές κορτιζόλης στο αίμα. Η κορτιζόλη είναι ο πιο αξιόπιστος δείκτης οξείας καταπόνησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του στρες που προκαλούν οι χειρισμοί που γίνονται στα ψάρια. Είναι εργαστηριακός δείκτης, ο οποίος απαιτεί ειδικό εργαστηριακό εξοπλισμό και κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό.

6.2.6| Διατροφή

Η διατροφική στρατηγική που εφαρμόζει μία μονάδα αποτελεί επιλογή του παραγωγού. Αυτή περιλαμβάνει τη σύσταση και την ποιότητα της τροφής, τη διαχείριση της παροχής τροφής ως προς την ποσότητα, τη συχνότητα και την κατανομή της, καθώς και τη διαχείριση περιόδων μειωμένης ή καθόλου τροφοληψίας.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Σύσταση τροφής.** Μία σημαντική πρόκληση στην ευζωία αποτελεί η σύσταση της τροφής. Η τεχνολογία σχετικά με τη σύσταση τροφών είναι επαρκώς ανεπτυγμένη, ώστε οι τροφές να προσφέρουν στα ψάρια όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τη σωστή θρέψη τους. Προσοχή απαιτείται κατά την επιλογή της τροφής από τον παραγωγό, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η παροχή των απαιτούμενων για την καλή θρέψη στοιχείων, σύμφωνα με το αναπτυξιακό στάδιο και τη φυσιολογική κατάσταση των ψαριών.
- **Ρυθμός παροχής τροφής.** Ο ρυθμός και η συχνότητα της παροχής τροφής μπορεί να επηρεάσει την ευζωία των ψαριών. Συγκεκριμένα, σημαντικό ρόλο στην αξιοποίηση της τροφής παίζουν η κατανομή των γευμάτων μέσα στην ημέρα, ώστε να υπάρχει χρόνος για την πέψη του προηγούμενου γεύματος, καθώς και η παροχή τροφής με προγραμματισμένο και όχι τυχαίο τρόπο. Επιπλέον, η χρονικά ορθή κατανομή της τροφής μπορεί να μειώσει πιθανά φαινόμενα ανταγωνισμού μεταξύ των ιχθύων.
- **Τρόπος παροχής τροφής.** Ο τρόπος παροχής τροφής αφορά τόσο στα συστήματα παροχής τροφής, π.χ. τάισμα με το χέρι, αυτόματες ή αυτοδιαχειριζόμενες ταΐστρες, όσο και στη χωρική κατανομή της τροφής. Μικρή διασπορά της τροφής έχει φανεί πως αυξάνει τα φαινόμενα ανταγωνισμού και επιθετικότητας, κυρίως στο λαβράκι.
- **Περίοδοι νηστείας.** Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις κατά τη διαχείριση της διατροφής είναι οι περίοδοι νηστείας. Τέτοιες περίοδοι συνήθως προηγούνται χειρισμών που γίνονται στα ψάρια, όπως μεταφορά, κτηνιατρικές εφαρμογές ή εξαλίευση.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων των κτηνιατρικών εφαρμογών

- Καταγραφή της όρεξης για θρέψη και της διατροφικής συμπεριφοράς μπορεί να βοηθήσει στην ορθότερη διαχείριση της διατροφής.
- Αποφυγή ή μείωση ανταγωνισμού μέσω της ορθής χρονικής και χωρικής κατανομής της παρεχόμενης τροφής αλλά και του σταθερού προγραμματισμού της θρέψης.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά τη διατροφή

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Όρεξη για θρέψη	Υγεία
Θερμοκρασία	Αύξηση	Τιμές γλυκόζης στο αίμα
Πυκνότητα εκτροφής	Συμπεριφορά	

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να επηρεάσει έντονα την όρεξη για θρέψη. Πρέπει επομένως να καταγράφεται και σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να αναπροσαρμόζεται κατάλληλα η παροχή τροφής.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία επίσης επηρεάζει άμεσα τη θρέψη. Αποτελεί έναν παράγοντα που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στους διατροφικούς πίνακες που ορίζουν την παρεχόμενη τροφή σε μία μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας.

Πυκνότητα εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση αλλά και ο αριθμός των ατόμων που εκτρέφονται σε έναν κλωβό ή δεξαμενή καθορίζουν την ποσότητα της παρεχόμενης τροφής. Συνεπώς, όσο ακριβέστερα δεδομένα υπάρχουν για τις εν λόγω παραμέτρους τόσο ορθότερη θα είναι η παροχή τροφής.

Βιολογικοί δείκτες

Όρεξη για θρέψη. Ένας πολύ σημαντικός δείκτης για την εκτίμηση της διαχείρισης της σίτισης είναι η όρεξη για θρέψη. Μη κατανάλωση της τροφής που προσφέρεται βάσει διατροφικών πινάκων πρέπει να λειτουργεί σαν προειδοποιητικό σήμα για τον έλεγχο άλλων δεικτών ευζωίας.

Αύξηση. Σκοπός της θρέψης των ψαριών είναι η αύξηση του σωματικού βάρους. Καλές συνθήκες διαβίωσης με σωστή διατροφή τόσο ως προς τη σύσταση της τροφής όσο και ως προς τη διαχείριση της παροχής θα πρέπει να επιφέρουν αύξηση σωματικού βάρους σε ένα υγιές απόθεμα ψαριών. Επομένως, η αύξηση σωματικού βάρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την ορθή διατροφή των ψαριών.

Συμπεριφορά. Η συμπεριφορά των ψαριών κατά τη σίτιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ορθού τρόπου παροχής τροφής. Τόσο ο υποσιτισμός όσο και η μη ορθή διασπορά της τροφής μπορεί να οδηγήσουν στην εμφάνιση ανταγωνισμού και επιθετικότητας κατά τη διάρκεια της θρέψης. Θα πρέπει επομένως να υπάρχει ένα σύστημα αξιολόγησης των συμπεριφορών αυτών (όπως παρουσία / απουσία) με σκοπό την αξιολόγηση της διαδικασίας και εκ των υστέρων βελτίωσή της, όταν αυτή καθίσταται αναγκαία.

Υγεία. Η ευρωστία και η υγεία των ιχθύων επηρεάζεται από τη σωστή θρέψη. Έτσι, υπάρχει μια σειρά από καταστάσεις επηρεαζόμενες από τη διατροφή, οι οποίες μπορεί να απειλούν την υγεία. Αρχικά, ο υποσιτισμός ή οι μακροχρόνιες περίοδοι στέρησης τροφής μπορεί να προκαλέσουν εκτός από απώλεια

βάρους και ανοσολογικές μεταβολές στον οργανισμό (Caruso *et al*., 2011), επηρεάζοντας αρνητικά την υγεία του. Επιπλέον, υπάρχει μια σειρά από διαταραχές που μπορεί να προκύψουν στην υγεία ενός ψαριού λόγω έλλειψης απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων από τη διατροφή του, όπως απαραίτητων λιπαρών οξέων (Montero *et al*., 2004; Skalli *et al*., 2006), αμινοξέων, βιταμινών και ανόργανων στοιχείων, όπως ο φώσφορος (Kousoulaki *et al*., 2015). Τέλος, υπάρχουν διατροφικές ασθένειες που μπορεί να προκύψουν από τη σύσταση της τροφής, όπως η συσσώρευση λίπους στο ήπαρ.

Τιμές γλυκόζης στο αίμα. Τόσο το λαβράκι όσο και η τσιπούρα έχει αποδειχθεί πως μετά από ένα γεύμα εμφανίζουν αυξημένες συγκεντρώσεις γλυκόζης στο αίμα, οι οποίες επανέρχονται σε αρχικά επίπεδα 12-24 ώρες μετά (Kousoulaki *et al*., 2015). Επομένως, σε σπάνιες περιπτώσεις όπου απαιτείται λεπτομερής ανάλυση του προγραμματισμού της θρέψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης πέψης ενός γεύματος.

6.2.7| Εργασίες συντήρησης δεξαμενών και κλωβών

Απλές διαδικασίες συντήρησης, όπως καθαρισμός ή βάψιμο των δεξαμενών, έχει παρατηρηθεί πως μπορεί να προκαλούν στρες στα ψάρια και να οδηγούν σε μειωμένη θρέψη (Rubio *et al*., 2010). Εργασίες πραγματοποιούνται και στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα για τη συντήρηση των υποδομών της μονάδας αλλά και των κλωβών, όπως π.χ. των διχτυών. Τέτοιου τύπου εργασίες σε κλωβούς με ψάρια μπορεί να αποτελέσουν παράγοντες καταπόνησης, επηρεάζοντας τη διαβίωση των ψαριών.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Καταπόνηση.** Οι εργασίες συντήρησης μπορεί να προκαλέσουν στρες στα ψάρια με αρνητικό αντίκτυπο στην ευζωία τους.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων των κτηνιατρικών εφαρμογών

- Όποτε είναι δυνατό, οι εργασίες συντήρησης να γίνονται σε περιόδους που δεν εκτρέφονται ψάρια στην εν λόγω υποδομή.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Όρεξη για θρέψη	Τραυματισμοί
	Συμπεριφορά	Υγεία
		Αναπνευστικός ρυθμός

Περιβαλλοντικοί δείκτες

Κορεσμός οξυγόνου. Καθώς οι εργασίες συντήρησης μπορεί να επιφέρουν καταπόνηση στα ψάρια και επομένως να αυξηθεί η δραστηριότητα και ο αναπνευστικός ρυθμός τους, θα πρέπει να υπάρχει έλεγχος του κορεσμού του οξυγόνου και, όποτε απαιτείται, να παρέχεται αέρας ή οξυγόνο.

Βιολογικοί δείκτες

Όρεξη για θρέψη. Μία από τις άμεσες και εύκολα παρατηρούμενες επιπτώσεις της καταπόνησης είναι η μείωση ή απώλεια της όρεξης για θρέψη. Έτσι, μετά από κάθε εργασία συντήρησης θα πρέπει να καταγράφεται η ένταση και η διάρκεια της επίπτωσης στη θρέψη.

Συμπεριφορά. Μη φυσιολογικές συμπεριφορές, όπως κολυμβητική συμπεριφορά «πανικού», θα πρέπει να καταγράφονται σε κάθε εφαρμογή εργασιών συντήρησης.

Τραυματισμοί. Μη φυσιολογικές κολυμβητικές συμπεριφορές, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμούς λόγω χτυπημάτων στα τοιχώματα των δεξαμενών ή στα δίχτυα των κλωβών ή μεταξύ των ψαριών. Σαν δείκτες μπορεί να χρησιμοποιηθούν η παρατήρηση λεπιών ή αίματος στο νερό και η μακροσκοπική εξέταση της κατάστασης των ψαριών.

Υγεία. Οι τραυματισμοί καθιστούν ένα ψάρι πιο ευάλωτο σε λοιμώξεις. Σε περιπτώσεις επομένως όπου καταγράφονται τραυματισμοί θα πρέπει να υπάρχει παρακολούθηση του πληθυσμού για πιθανή εμφάνιση λοιμώξεων.

Αναπνευστικός ρυθμός. Ο ρυθμός αναπνοής αυξάνεται σε ψάρια που βρίσκονται υπό στρες. Μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί σαν έμμεσος δείκτης καταπόνησης για τον έλεγχο της δριμύτητας της πρακτικής.

6.2.8| Εξαλίευση-θανάτωση

Το τελικό στάδιο του κύκλου παραγωγής είναι η εξαλίευση και η θανάτωση των ζώων. Κατά τη διαδικασία αυτή θα πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο ο πόνος και το άγχος που προκαλείται τόσο από τον τρόπο θανάτωσης όσο και από τη διαδικασία συλλογής των ψαριών που προηγείται. Ο συνήθης τρόπος θανάτωσης που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια λαβρακιού και τσιπούρας μέχρι σήμερα είναι η εμβάπτιση σε πάγο ή παγόνερο που προκαλεί θερμοκρασιακό σοκ και ασφυξία. Αν και η πρακτική αυτή δε θεωρείται ανθρωπιστική (van de Vis et al., 2003) και δεν ακολουθεί τα πρότυπα που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός για την Υγεία των Ζώων (EC Final Report 2017), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή [COM(2018)788 final] αναγνωρίζει πως στο παρόν στάδιο *«με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, δεν είναι σκόπιμο να προτείνει ειδικές απαιτήσεις για την προστασία των ψαριών κατά τη θανάτωση, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι στόχοι του κανονισμού μπορούν εξίσου να επιτευχθούν με προαιρετικά μέτρα, όπως αποδεικνύεται από τις βελτιώσεις που πέτυχε ο κλάδος παραγωγής τα πρόσφατα έτη... Ωστόσο, πρέπει επίσης να αναγνωριστεί ότι υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω έρευνα με σκοπό να διαμορφώνονται ειδικά συστήματα για τα είδη ψαριών για τα οποία απαιτείται η ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών τεχνικών»*.

Τα τελευταία χρόνια έχει εξεταστεί σε πειραματικό επίπεδο στην Ελλάδα η χρήση της ηλεκτραναισθησίας, για την άμεση και ταχεία αναισθητοποίηση των ψαριών μετά από τη συλλογή τους από τον κλωβό με τη χρήση ειδικής αντλίας [χωρίς δηλαδή σύλληψη με δεξαμενές εξαλίευσης (βούτες) και έκθεση στον αέρα], ακολουθούμενη από θανάτωση με εμβάπτιση σε παγόνερο (Papaharisis et al., 2019). Η τεχνολογία αυτή, η οποία χρησιμοποιείται στο σολομό του Ατλαντικού και σε μικρή κλίμακα στην ιριδίζουσα πέστροφα και στον κυπρίνο (EC, 2018), θεωρείται σύμφωνη με τις επιταγές της ευζωίας (van de Vis et al., 2003) και τους κανονισμούς της Ε.Ε. (OIE, 2015), καθώς με τη χρήση της μπορεί να επιτευχθεί άμεση αναισθητοποίηση προ της θανάτωσης. Επί του παρόντος ελέγχεται πειραματικά ώστε να εκτιμηθεί εάν μπορεί να αποτελέσει μελλοντικά έναν εναλλακτικό τρόπο εξαλίευσης και θανάτωσης. Στα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου συγκαταλέγεται το γεγονός ότι μετά την ηλεκτραναισθησία απαιτείται αποτελεσματική μέθοδος θανάτωσης, καθώς επίσης βελτιστοποίηση-προσαρμογή των

παραμέτρων του ρεύματος, ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των ψαριών. Τέλος, εν αντιθέσει με τον κοινά χρησιμοποιούμενο τρόπο θανάτωσης με εμβάπτιση σε παγόνερο, η ηλεκτραναισθησία απαιτεί τη χρήση υψηλών μέτρων ασφαλείας του προσωπικού, καθώς η χρήση της μπορεί να αποβεί δυνητικά επικίνδυνη.

Εκτός όμως του τρόπου θανάτωσης, πολύ σημαντική επίδραση στο προκαλούμενο στρες και στην ποιότητα της σάρκας έχουν οι πρακτικές που προηγούνται, όπως συγχρωτισμός, σύλληψη με απόχη, έκθεση στον αέρα κ.λπ. Επομένως, για τη συνολική αποτίμηση των επιπτώσεων της εξαλίευσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και αυτές οι διαδικασίες.

Προκλήσεις στην ευζωία

- **Χειρισμοί προ της θανάτωσης:** Καθώς της εξαλίευσης συνήθως προηγείται ο συγχρωτισμός, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι προκλήσεις που αναφέρθηκαν στην αντίστοιχη ενότητα. Επίσης, ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρονται τα ψάρια από τον κλωβό στον τόπο θανάτωσης μπορεί να επηρεάζει την ευζωία.
- **Θανάτωση σε παγόνερο:** Η θανάτωση με εμβάπτιση σε μείγμα νερού και πάγου είναι μια χρονοβόρα διαδικασία (Zampacavallo et al., 2003), κατά την οποία η απώλεια των αισθήσεων μπορεί να διαρκέσει έως 34 λεπτά (Acerete et al., 2009). Επιπλέον, όταν τα ψάρια βρίσκονται στο παγόνερο, εκτελούν κινήσεις πανικού και προσπάθειες διαφυγής (van de Vis et al., 2003), αποτυπώνοντας έτσι μειωμένες συνθήκες ευζωίας, αλλά και την πιθανότητα εμφάνισης τραυματισμών που θα αλλοιώσουν την τελική εικόνα του προϊόντος.
- **Ηλεκτραναισθησία:** Χρήση κατάλληλου ηλεκτρικού πεδίου ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των ψαριών. Άμεση εμβάπτιση των ψαριών σε παγόνερο για να επέλθει ο θάνατος προτού επανέλθουν οι αισθήσεις.

Τρόποι μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων της εξαλίευσης

- Ελαχιστοποίηση της διάρκειας και έντασης του συγχρωτισμού προ της εξαλίευσης, καθώς και της έκθεσης των ψαριών στον αέρα κατά τη μεταφορά.
- Εφαρμογή νέων μεθόδων για τη φόρτωση και εκφόρτωση των ψαριών, όπως άντληση.
- Ανάπτυξη νέων μεθόδων για τη θανάτωση, όπως ηλεκτραναισθησία πριν τη θανάτωση στο παγόνερο.

Επιχειρησιακοί Δείκτες Ευζωίας κατά την εξαλίευση-θανάτωση

Περιβαλλοντικοί δείκτες	**Βιολογικοί δείκτες**	
	Δείκτες σε επίπεδο αποθέματος (stock)	**Ατομικοί δείκτες**
Οξυγόνο	Θνησιμότητα	Τραυματισμοί
Θερμοκρασία	Συμπεριφορά	Χρόνος μέχρι νεκρική ακαμψία
	Ορθή μεταφορά ψαριών	Τιμές pH σε αίμα και μυ
Περιβαλλοντικοί δείκτες	Τραυματισμοί	

Κορεσμός οξυγόνου. Καθώς σε συνθήκες συγχρωτισμού ο κορεσμός του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί δραματικά, είναι απαραίτητο να υπάρχει παρακολούθηση των επιπέδων οξυγόνου καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Ως γενική σύσταση η αναφορά EFSA (2008) αναφέρει ότι ο κορεσμός του οξυγόνου σε συνθήκες εκτροφής δεν πρέπει να είναι κάτω από 40%.

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, καθώς μπορεί να επηρεάσει τον χρόνο μέχρι τη θανάτωση στο παγόνερο. Επίσης, πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία στην οποία εκτίθενται τα ψάρια, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλή.

Βιολογικοί δείκτες

Θνησιμότητα. Οι διαδικασίες που προηγούνται της θανάτωσης μπορεί, σε ακραίες περιπτώσεις, να προκαλέσουν θνησιμότητα. Θα πρέπει επομένως να καταγράφονται τυχόν θνησιμότητες, ώστε να εντοπιστούν πιθανά εκ των υστέρων προβλήματα επί των πρακτικών.

Συμπεριφορά. Προ της μεταφοράς στις δεξαμενές θανάτωσης τα ψάρια πρέπει να έχουν ήρεμη συμπεριφορά, χωρίς απότομες κινήσεις ή χτυπημάτα της ουράς. Εμφάνιση τέτοιων συμπεριφορών πρέπει επομένως να καταγράφεται και να αξιολογείται. Εν συνεχεία, η εμβάπτιση σε παγόνερο είναι μία διαδικασία που αναμένεται να προκαλέσει συμπεριφορά «πανικού» στα ψάρια με έντονες και απότομες κινήσεις. Τέλος, κατά την ηλεκτραναισθησία πρέπει να ελέγχεται ότι τα ψάρια εξέρχονται της συσκευής αναισθητοποιημένα.

Ορθή μεταφορά ψαριών. Για τη μεταφορά στη δεξαμενή με το παγόνερο απαιτείται η έκθεση των ψαριών στον αέρα. Η διαδικασία αυτή πρέπει να ελαχιστοποιείται όσο το δυνατόν, καθώς έχει έντονα αρνητική επίδραση στην ευζωία των ψαριών αλλά και στην τελική εικόνα του προϊόντος. Από την άλλη, η είσοδος των ψαριών σε μία συσκευή ηλεκτραναισθησίας συνήθως επιτυγχάνεται μέσω μιας αντλίας που τραβάει ένα-ένα τα ψάρια μαζί με νερό από τον κλωβό εκτροφής προς τη συσκευή. Στη διαδικασία αυτή πρέπει να ελέγχεται η πιθανή δημιουργία τραυματισμών.

Τραυματισμοί. Κακές πρακτικές πριν όσο και κατά τη διάρκεια της θανάτωσης μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς στα ψάρια. Συγκεκριμένα, τραυματισμοί μπορεί να προκληθούν κατά τον συγχρωτισμό, τη μεταφορά, την έκθεση στον αέρα ή τη μη ορθή άντληση των ψαριών. Αυτοί αποτυπώνονται κυρίως στο δέρμα, όπως η απώλεια λεπιών, και στα πτερύγια, αλλά μπορεί να υπάρξουν ζημιές στα μάτια, στο ρύγχος και στο επικαλυμματικό οστό.

Χρόνος μέχρι νεκρική ακαμψία. Στρες πριν τη θανάτωση και επομένως κακές συνθήκες διαβίωσης μπορεί να οδηγήσουν σε πιο γρήγορη εμφάνιση της νεκρικής ακαμψίας. Εκτός από δείκτης ευζωίας των προ της θανάτωσης συνθηκών, ο δείκτης αυτός έχει και πρακτική σημασία, καθώς η νεκρική ακαμψία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά την επεξεργασία του προϊόντος, όπως τη φιλετοποίηση.

Επίπεδα pH σε αίμα και μυ. Το pH του αίματος και του μυ μπορούν επίσης να είναι ενδεικτικά ενός στρεσογόνου γεγονότος προ της θανάτωσης, λ.χ. κατά τον συγχρωτισμό ή τη μεταφορά. Συγκεκριμένα, κατά το στρες παρατηρείται δράση του αναερόβιου μηχανισμού για την παραγωγή ενέργειας που έχει ως αποτέλεσμα την συσσώρευση γαλακτικού οξέος στο μυ και την απελευθέρωσή του στο αίμα, προκαλώντας μείωση του pH, η οποία μπορεί να επιδρά στην ταχύτητα εμφάνισης και τη διάρκεια της νεκρικής ακαμψίας (Trocino *et al.*, 2005; Bagni *et al.*, 2007; Matos *et al.*, 2010).

6.2.9| Σύνοψη

- Ανάλογα με το στάδιο του κύκλου παραγωγής μπορεί να διαφοροποιούνται και οι προκλήσεις που τίθενται στην ευζωία.

- Κατά παρόμοιο τρόπο, διαφορετικές διαχειριστικές πρακτικές προκαλούν διαφορετικές επιπτώσεις στην ευρωστία και ευζωία των ψαριών.

- Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι προκλήσεις που τίθενται στην ευζωία κατά τα κύρια στάδια του κύκλου παραγωγής και τις κύριες εφαρμοζόμενες διαχειριστικές πρακτικές, καθώς επίσης περιγράφηκαν τρόποι ελέγχου των επιπτώσεων αυτών στις καλές συνθήκες διαβίωσης με τη χρήση επιχειρησιακών κυρίως δεικτών ευζωίας.

7 Βιβλιογραφία

Acerete, L., Reig, L., Alvarez, D., Flos, R., and Tort, L. 2009. Comparison of two stunning/slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 287: 139–144.

Allegrucci, G., Fortunato, C., and Sbordoni, V. 1997. Genetic structure and allozyme variation of sea bass (*Dicentrarchus labrax* and *D. punctatus*) in the Mediterranean Sea. Marine Biology, 128: 347–358.

Amar, E. C., and Lavilla-Pitogo, C. R. 2004. Nutritional diseases. In Diseases of cultured groupers. Eds. by K. Nagasawa & E. R. Cruz-Lacierda. pp. 59-66. Tigbauan, Iloilo, Philippines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.

Andrew, J. E., Holm, J., Kadri, S., and Huntingford, F. A. 2004. The effect of competition on the feeding efficiency and feed handling behaviour in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) held in tanks. Aquaculture, 232: 317–331.

Anthouard, M. 1987. A Study of Social Transmission in Juvenile *Dicentrarchus labrax* (Pisces, Serranidae), in an Operant Conditioning Situation. Behaviour, 103: 266–275.

Aranda, A., Sanchez-Vázquez, F. J., and Madrid, J. A. 2001. Effect of short-term fasting on macronutrient self-selection in sea bass. Physiology & Behavior, 73: 105–109.

Araújo-Luna, R., Ribeiro, L., Bergheim, A., and Pousão-Ferreira, P. 2018. The impact of different rearing condition on gilthead seabream welfare: Dissolved oxygen levels and stocking densities. Aquaculture Research, 49: 3845–3855.

Araújo, J. E., Madeira, D., Vitorino, R., Repolho, T., Rosa, R., and Diniz, M. 2018. Negative synergistic impacts of ocean warming and acidification on the survival and proteome of the commercial sea bream, *Sparus aurata*. Journal of Sea Research, 139: 50–61.

Arechavala-Lopez, P., Diaz-Gil, C., Saraiva, J. L., Moranta, D., Castanheira, M. F., Nuñez-Velázquez, S., Ledesma-Corvi, S., *et al*. 2019. Effects of structural environmental enrichment on welfare of juvenile seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture Reports, 15: 100224.

Ashley, P. J., Sneddon, L. U., and McCrohan, C. R. 2007. Nociception in fish: stimulus–response properties of receptors on the head of trout *Oncorhynchus mykiss*. Brain Research, 1166: 47–54.

Attia, J., Millot, S., Di-Poï, C., Bégout, M. L., Noble, C., Sanchez-Vazquez, F. J., Terova, G., *et al*. 2012. Demand feeding and welfare in farmed fish. Fish Physiology and Biochemistry, 38: 107–118.

Azeredo, R., Machado, M., Afonso, A., Fierro-Castro, C., Reyes-López, F. E., Tort, L., Gesto, M., *et al*. 2017. Neuroendocrine and immune responses undertake different fates following tryptophan or methionine dietary treatment: Tales from a teleost model. Frontiers in Immunology, 8: 1–14.

Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finoia, M., Brambilla, G., and Marino, G. 2007. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 263: 52–60.

Balasch, J. C., and Tort, L. 2019. Netting the Stress Responses in Fish. Frontiers in Endocrinology, 10: 62.

Barahona-Fernandes, M. H. 1979. Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax* (L.)) reared at the Centre Oceanologique de Bretagne. Aquaculture, 17: 311–321.

Bardon, A., Vandeputte, M., Dupont-Nivet, M., Chavanne, H., Haffray, P., Vergnet, A., and Chatain, B. 2009. What is the heritable component of spinal deformities in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)? Aquaculture, 294: 194–201.

Barton, B. A. 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integrative and Comparative Biology, 42: 517–525.

Barton, B. A., Ribas, L., Acerete, L., and Tort, L. 2005. Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling. Aquaculture Research, 36: 172–179.

Basallote, M. D., Rodríguez-Romero, A., Blasco, J., DelValls, A., and Riba, I. 2012. Lethal effects on different marine organisms, associated with sediment–seawater acidification deriving from CO2 leakage. Environmental Science and Pollution Research, 19: 2550–2560.

Basaran, F., Ozbilgin, H., and Ozbilgin, Y. D. 2007. Effect oflordosis on the swimming performance of juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture Research, 38: 870–876.

Bavčević, L., Klanjšček, T., Karamarko, V., Aničić, I., and Legović, T. 2010. Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. Aquaculture, 301: 57–63.

Benhaïm, D., Péan, S., Brisset, B., Leguay, D., Bégout, M.-L., and Chatain, B. 2011. Effect of size grading on sea bass *(Dicentrarchus labrax*) juvenile self-feeding behaviour, social structure and culture performance. Aquatic Living Resources, 24: 391–402.

Bertotto, D., Poltronieri, C., Negrato, E., Richard, J., Pascoli, F., Simontacchi, C., and Radaelli, G. 2011. Whole body cortisol and expression of HSP70, IGF-I and MSTN in early development of sea bass subjected to heat shock. General and Comparative Endocrinology, 174: 44–50.

Bjerkås, E., Wall, A. E., and Prapas, A. 2000. Screening of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax* L) and sea bream (*Sparus aurata* L) for cataract. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists, 20: 180–185.

Braithwaite, V. 2010. Do fish feel pain? Oxford University Press, New York. 256 pp.

Branson, E. J., and Turnbull, T. 2008. Welfare and deformities infFish. Fish Welfare: 202–216.

Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, 142: 524–526.

Brown, C. 2015. Fish intelligence, sentience and ethics. Animal Cognition, 18: 1–17.

Bukhari, F. A. 2005. Trials of rabbitfish, *Siganus rivulatus*, production in floating cages in the red sea. Emirates Journal of Food and Agriculture, 17: 23–29.

Caballero, M. J., Izquierdo, M. S., Kjørsvik, E., Fernández, A. J., and Rosenlund, G. 2004. Histological alterations in the liver of sea bream, *Sparus aurata* L., caused by short- or long-term feeding with vegetable oils. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. Journal of Fish Diseases, 27: 531–541.

Cadiz, L., Zambonino-Infante, J.-L., Quazuguel, P., Madec, L., Le Delliou, H., and Mazurais, D. 2018a.

Metabolic response to hypoxia in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) displays developmental plasticity. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 215: 1–9. Pergamon.

Cadiz, L., Ernande, B., Quazuguel, P., Servili, A., Zambonino-Infante, J.-L., and Mazurais, D. 2018b. Moderate hypoxia but not warming conditions at larval stage induces adverse carry-over effects on hypoxia tolerance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Marine Environmental Research, 138: 28–35. Elsevier.

Cahu, C., Infante, J. Z., and Takeuchi, T. 2003a. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. Aquaculture, 227: 245–258.

Cahu, C. L., Infante, J. L. Z., and Barbosa, V. 2003b. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. British Journal of Nutrition, 90: 21–28.

Can, E. 2013. Effects of intensive and semi-intensive rearing on growth, survival, and V-shaped (Lordotic) skeletal deformities in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 65.

Carbonara, P., Dioguardi, M., Cammarata, M., Zupa, W., Vazzana, M., Spedicato, M. T., and Lembo, G. 2019a. Basic knowledge of social hierarchies and physiological profile of reared sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.). PLOS ONE, 14: e0208688.

Carbonara, P., Alfonso, S., Zupa, W., Manfrin, A., Fiocchi, E., Pretto, T., Spedicato, M. T., *et al*. 2019b. Behavioral and physiological responses to stocking density in sea bream (*Sparus aurata*): Do coping styles matter? Physiology & Behavior, 212: 112698.

Carrillo, M., Bromage, N., Zanuy, S., Serrano, R., and Prat, F. 1989. The effect of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 81: 351–365.

Caruso, G., Genovese, L., Maricchiolo, G., and Modica, A. 2005. Haematological, biochemical and immunological parameters as stress indicators in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus aurata* farmed in off-shore cages. Aquaculture International, 13: 67–73.

Caruso, G., Denaro, M. G., Caruso, R., Mancari, F., Genovese, L., and Maricchiolo, G. 2011. Response to short term starvation of growth, haematological, biochemical and non-specific immune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). Marine Environmental Research, 72: 46–52.

Castanheira, M. F., Herrera, M., Costas, B., Conceição, L. E. C., and Martins, C. I. M. 2013. Linking cortisol responsiveness and aggressive behaviour in gilthead seabream *Sparus aurata*: Indication of divergent coping styles. Applied Animal Behaviour Science, 143: 75–81.

Cataudella, S., Allegrucci, G., Bronzi, P., Castaldi, E., Cioni, C., Crosetti, D., De-Merich, D., *et al*. 1991. Multidisciplinary approach to the optimisation of seabass (*Dicentrarchus labrax*) rearing in freshwater. Aquaculture and the Environment - EAS Special Publication, 14: 656–661.

Cecchini, S., and Saroglia, M. 2002. Antibody response in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in relation to water temperature and oxygenation. Aquaculture Research, 33: 607–613.

Cecchini, S., and Caputo, A. R. 2003. Acid-base balance in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in relation to

water oxygen concentration. Aquaculture Research, 34: 1069–1073.

Cerdá-Reverter, J. M., Zanuy, S., Carrillo, M., and Madrid, J. A. 1998. Time-course studies on plasma glucose, insulin, and cortisol in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) held under different photoperiodic regimes. Physiology and Behavior, 64: 245–250.

Cerdá, J., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., and de la Higuera, M. 1994. Influence of nutritional composition of diet on sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., reproductive performance and egg and larval quality. Aquaculture, 128: 345–361.

Chatain, B. 1994. Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*). Aquaculture, 119: 371–379.

Chatzifotis, S., Papadaki, M., Despoti, S., Roufidou, C., and Antonopoulou, E. 2011. Effect of starvation and re-feeding on reproductive indices, body weight, plasma metabolites and oxidative enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 316: 53–59.

Claireaux, G., and Lagardère, J. P. 1999. Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. Journal of Sea Research, 42: 157–168.

Claireaux, G., and Chabot, D. 2016. Responses by fishes to environmental hypoxia: Integration through Fry's concept of aerobic metabolic scope. Journal of Fish Biology, 88: 232–251.

Cominassi, L., Moyano, M., Claireaux, G., Howald, S., Mark, F. C., Zambonino-Infante, J.-L., Le Bayon, N., *et al*. 2019. Combined effects of ocean acidification and temperature on larval and juvenile growth, development and swimming performance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). PLOS ONE, 14: e0221283.

Conides, A. J., and Glamuzina, B. 2001. Study on the effects of rearing density, temperature and salinity on hatching performance of the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Aquaculture International, 9: 217–224.

Cooke, M. 2016. BBFAW Animal Welfare in Farmed Fish: 1–16.

Crespel, A., Zambonino-Infante, J.-L., Mazurais, D., Koumoundouros, G., Fragkoulis, S., Quazuguel, P., Huelvan, C., *et al*. 2017. The development of contemporary European sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax*) is not affected by projected ocean acidification scenarios. Marine Biology, 164: 155.

Cuesta, A., Laiz-Carrión, R., Martín Del Río, M. P., Meseguer, J., Miguel Mancera, J., and Ángeles Esteban, M. 2005. Salinity influences the humoral immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish and Shellfish Immunology, 18: 255–261.

Cuvier-Péres, A., Jourdan, S., Fontaine, P., and Kestemont, P. 2001. Effects of light intensity on animal husbandry and digestive enzyme activities in sea bass *Dicentrarchus labrax* post-larvae. Aquaculture, 202: 317–328.

Dalla Via, J., Villani, P., Gasteiger, E., and Niederstätter, H. 1998. Oxygen consumption in sea bass fingerling *Dicentrarchus labrax* exposed to acute salinity and temperature changes: Metabolic basis for maximum stocking density estimations. Aquaculture, 169: 303–313.

Di Marco, P., Priori, A., Finoia, M. G., Massari, A., Mandich, A., and Marino, G. 2008. Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. Aquaculture, 275: 319–328.

Divanach, P., Papandroulakis, N., Anastasiadis, P., Koumoundouros, G., and Kentouri, M. 1997. Effect of water currents on the development of skeletal deformities in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with functional swimbladder during postlarval and nursery phase. Aquaculture, 156: 145–155.

Dülger, N., Kumlu, M., Türkmen, S., Ölçülü, A., Tufan Eroldoğan, O., Asuman Yılmaz, H., and Öçal, N. 2012. Thermal tolerance of european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles acclimated to three temperature levels. Journal of Thermal Biology, 37: 79–82.

Duteil, M., Pope, E. C., Pérez-Escudero, A., de Polavieja, G. G., Fürtbauer, I., Brown, M. R., and King, A. J. 2016. European sea bass show behavioural resilience to near-future ocean acidification. Royal Society Open Science, 3: 160656.

EC. 2009. Expert working group on severity classification of scientific procedures performed on animals. Expert Working Group of the European Union.

EC. 2018. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the possibility of introducing certain requirements regarding the protection of fish at the time of killing. European Commission: 1–14.

EFSA. 2008. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the European Commission on animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European seabass and Gilthead seabream. The EFSA journal: 1–21.

Eleftheriou, M. 1998. Aqualex: a glossary of aquaculture terms. 410 pp.

Ellis, T., Yildiz, H. Y., López-Olmeda, J., Spedicato, M. T., Tort, L., Øverli, Ø., and Martins, C. I. M. 2012. Cortisol and finfish welfare. Fish Physiology and Biochemistry, 38: 163–188.

Enes, P., Panserat, S., Kaushik, S., and Oliva-Teles, A. 2011. Dietary carbohydrate utilization by European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) and gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) Juveniles. Reviews in Fisheries Science, 19: 201–215.

Eroldoğan, O. T., and Kumlu, M. 2002. Growth performance, body traits and fillet composition of the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared in various salinities and fresh water. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26: 993–1001.

Eroldoğan, O. T., Kumlu, M., and Aktaş, M. 2004. Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. Aquaculture, 231: 501–515.

Eroldoğan, O. T., Kumlu, M., Kiris, G. A., and Sezer, B. 2006. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. Aquaculture Nutrition, 12: 203–210.

Fanouraki, E., Mylonas, C. C., Papandroulakis, N., and Pavlidis, M. 2011. Species specificity in the magnitude and duration of the acute stress response in Mediterranean marine fish in culture. General and Comparative Endocrinology, 173: 313–322.

FAO. 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Sparus aurata*. Cultured Aquatic Species Information Programme.

Fazio, F., Ferrantelli, V., Fortino, G., Arfuso, F., Giangrosso, G., and Faggio, C. 2015. The influence of acute handling stress on some blood parameters in cultured sea bream (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758). Italian Journal of Food Safety, 4: 4–6.

Fazio, F., Ferrantelli, V., Piccione, G., Saoca, C., Levanti, M., and Mucciardi, M. 2018. Biochemical and

hematological parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) and gilthead sea bream *(Sparus aurata* Linnaeus, 1758) in relation to temperature. Veterinarski Arhiv, 88: 397–411.

Felip, A., Zanuy, S., Muriach, B., Cerdá-Reverter, J. M., and Carrillo, M. 2008. Reduction of sexual maturation in male *Dicentrarchus labrax* by continuous light both before and during gametogenesis. Aquaculture, 275: 347–355.

Ferreira Pinto, J., Nunes, M. L., and Cardoso, C. 2007. Feeding interruption and quality of cultured gilthead sea bream. Food Chemistry, 100: 1504–1510.

Fraser, D. 2008. Understanding animal welfare. Acta Veterinaria Scandinavica, 50: S1.

García-Celdrán, M., Ramis, G., Manchado, M., Estévez, A., Afonso, J. M., María-Dolores, E., Peñalver, J., *et al*. 2015. Estimates of heritabilities and genetic correlations of growth and external skeletal deformities at different ages in a reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) population sourced from three broodstocks along the Spanish coasts. Aquaculture, 445: 33–41.

Georgakopoulou, E., Angelopoulou, A., Kaspiris, P., Divanach, P., and Koumoundouros, G. 2007. Temperature effects on cranial deformities in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). Journal of Applied Ichthyology, 23: 99–103.

Georgakopoulou, E., Katharios, P., Divanach, P., and Koumoundouros, G. 2010. Effect of temperature on the development of skeletal deformities in Gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758). Aquaculture, 308: 13–19.

Ginés, R., Afonso, J. M., Argüello, A., Zamorano, M. J., and López, J. L. 2003. Growth in adult gilthead sea bream (*Sparus aurata* L) as a result of interference in sexual maturation by different photoperiod regimes. Aquaculture Research, 34: 73–83.

Ginés, R., Afonso, J. M., Argüello, A., Zamorano, M. J., and López, J. L. 2004. The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Research, 35: 1207–1212.

Goda, A. M. A. S., Srour, T. M., Mansour, A. T., Baromh, M. Z., Sallam, G. R., and Baromh, A. Z. 2019. Assessment of stresful ambient water salinity on growth, feed utilization and hematological indices of european sea bass, *Dicentrarchus labrax*, juveniles. AACL Bioflux, 12: 553–563.

Goldan, O., Popper, D., and Karplus, I. 2003. Food competition in small groups of juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 55: 94–106.

Gómez-Laplaza, L. M., and Gerlai, R. 2011. Can angelfish (*Pterophyllum scalare*) count? Discrimination between different shoal sizes follows Weber's law. Animal Cognition, 14: 1–9.

Gómez-Milán, E., de Haro, C., and Sánchez-Muros, M. J. 2011. Annual variations of the plasmatic levels of glucose and amino acid and daily changes under different natural conditions of temperature and photoperiod in Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*, L.). Fish Physiology and Biochemistry, 37: 583–592.

Guardiola, F. A., Cuesta, A., and Esteban, M. Á. 2016. Using skin mucus to evaluate stress in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish & Shellfish Immunology, 59: 323–330.

Güçlüsoy, H., and Savas, Y. 2003. Interaction between monk seals *Monachus monachus* (Hermann, 1779) and marine fish farms in the Turkish Aegean and management of the problem. Aquaculture Research, 34: 777–783.

Hastein, T. 2004. Animal welfare issues relating to aquaculture. In Proceedings of the Global Conference on Animal Welfare: an OIE initiative., pp. 219–231.

Hatziathanasiou, A., Paspatis, M., Houbart, M., Kestemont, P., Stefanakis, S., and Kentouri, M. 2002. Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities. Aquaculture, 205: 89–102.

Hawkins, P., Dennison, N., Goodman, G., Hetherington, S., Llywelyn-Jones, S., Ryder, K., and Smith, A. J. 2011. Guidance on the severity classification of scientific procedures involving fish: Report of a Working Group appointed by the Norwegian Consensus-Platform for the Replacement, Reduction and Refinement of animal experiments (Norecopa). Laboratory Animals, 45: 219–224.

Humane Society International. 2012. The Welfare of Animals in the Aquaculture Industry: 24.

Huntingford, F. A., Adams, C., Braithwaite, V. A., Kadri, S., Pottinger, T. G., Sandoe, P., and Turnbull, J. F. 2006. Current issues in fish welfare. Journal of Fish Biology, 68: 332–372.

Jerez-Cepa, I., Fernández-Castro, M., Del Santo O'Neill, T. J., Martos-Sitcha, J. A., Martínez-Rodríguez, G., Mancera, J. M., and Ruiz-Jarabo, I. 2019. Transport and recovery of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) sedated with clove oil and MS-222: Effects on stress axis regulation and intermediary metabolism. Frontiers in Physiology, 10.

Johnson, D. V., and Katavic, I. 1984. Mortality, growth and swim bladder stress syndrome of sea bass. Aquaculture, 38: 67–78.

Karahan, B., Chatain, B., Chavanne, H., Vergnet, A., Bardon, A., Haffray, P., Dupont-Nivet, M., *et al*. 2013. Heritabilities and correlations of deformities and growth-related traits in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L) in four different sites. Aquaculture Research, 44: 289–299.

Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., Pizzonia, G., Tsatsos, G., Tsopelakos, A., Chadio, S., Kalogiannis, D., *et al*. 2007. Effects of light spectrum on growth and physiological status of gilthead seabream *Sparus aurata* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. Aquacultural Engineering, 36: 302–309.

Key, B. 2016. Why fish do not feel pain. Animal Sentience, 3: 1–33.

Kissil, G. W., Lupatsch, I., Elizur, A., and Zohar, Y. 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 200: 363–379.

Kleinhappel, T. K., Pike, T. W., and Burman, O. H. P. 2019. Stress-induced changes in group behaviour. Scientific Reports, 9: 17200.

Koumoundouros, G. 2002. Effect of temperature on swimming performance of sea bass juveniles. Journal of Fish Biology, 60: 923–932.

Kousoulaki, K., Sether, B. S., Albrektsen, S., and Noble, C. 2015. Review on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) nutrition and feed management: A practical guide for optimizing feed formulation and farming protocols. Aquaculture Nutrition, 21: 129–151.

Laiz-Carrión, R., Sangiao-Alvarellos, S., Guzmán, J. M., Martín Del Río, M. P., Soengas, J. L., and Mancera, J. M. 2005. Growth performance of gilthead sea bream *Sparus aurata* in different osmotic conditions: Implications for osmoregulation and energy metabolism. Aquaculture, 250: 849–861.

Leal, E., Fernández-Durán, B., Guillot, R., Ríos, D., and Cerdá-Reverter, J. M. 2011. Stress-induced effects on feeding behavior and growth performance of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A self-feeding approach. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology, 181: 1035–1044.

Lee-Montero, I., Navarro, A., Negrín-Báez, D., Zamorano, M. J., Berbel, C., Sánchez, J. A., García-Celdran, M., *et al*. 2015. Genetic parameters and genotype-environment interactions for skeleton deformities and growth traits at different ages on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) in four Spanish regions. Animal Genetics, 46: 164–174.

Lemarié, G., Hosfeld, C. D., Breuil, G., and Fivelstad, S. 2011. Effects of hyperoxic water conditions under different total gas pressures in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 318: 191–198.

Lika, K., Pavlidis, M., Mitrizakis, N., Samaras, A., and Papandroulakis, N. 2015. Do experimental units of different scale affect the biological performance of European sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae? Journal of Fish Biology, 86: 1271–1285.

López-Olmeda, J. F., Noble, C., and Sánchez-Vázquez, F. J. 2012. Does feeding time affect fish welfare? Fish Physiology and Biochemistry, 38: 143–152.

Lupatsch, I., Santos, G. A., Schrama, J. W., and Verreth, J. A. J. 2010. Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 298: 245–250.

Lupi, P., Vigiani, V., Mecatti, M., and Bozzi, R. 2005. First haematic results for the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) metabolic profile assessment. Italian Journal of Animal Science, 4: 167–176.

Mabrouk, H. A., and Nour, A. M. 2011. Effect of reducing water salinity on survival, growth performance, chemical composition and nutrients gain of gilthead sea bream *Sparus aurata* larvae. Journal of King Abdulaziz University, Marine Science, 22: 15–29.

Madeira, D., Costa, P. M., Vinagre, C., and Diniz, M. S. 2016. When warming hits harder: survival, cellular stress and thermal limits of *Sparus aurata* larvae under global change. Marine Biology, 163: 1–14.

Magnoni, L. J., Martos-Sitcha, J. A., Queiroz, A., Calduch-Giner, J. A., Gonçalves, J. F. M., Rocha, C. M. R., Abreu, H. T., *et al*. 2017. Dietary supplementation of heat-treated Gracilaria and Ulva seaweeds enhanced acute hypoxia tolerance in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Biology Open, 6: 897–908.

Makridis, P., Mente, E., Grundvig, H., Gausen, M., Koutsikopoulos, C., and Bergheim, A. 2018. Monitoring of oxygen fluctuations in seabass cages (*Dicentrarchus labrax* L.) in a commercial fish farm in Greece. Aquaculture Research, 49: 684–691.

Mañanós, E. L., Zanuy, S., and Carrillo, M. 1997. Photoperiodic manipulations of the reproductive cycle of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and their effects on gonadal development, and plasma 17β-estradiol and vitellogenin levels. Fish Physiology and Biochemistry, 16: 211–222.

Mancera, J. M., Vargas-Chacoff, L., García-López, A., Kleszczyńska, A., Kalamarz, H., Martínez-Rodríguez, G., and Kulczykowska, E. 2008. High density and food deprivation affect arginine vasotocin, isotocin and melatonin in gilthead sea bream (*Sparus auratus*). Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology, 149: 92–97.

Manuel, R., Gorissen, M., Zethof, J., Ebbesson, L. O. E., van de Vis, H., Flik, G., and Van Den Bos, R. 2014. Unpredictable chronic stress decreases inhibitory avoidance learning in Tuebingen long-fin zebrafish:

Stronger effects in the resting phase than in the active phase. Journal of Experimental Biology, 217: 3919–3928.

Marino, G., Cataldi, E., Pucci, P., and Cataudella, S. 1994. Acclimation trials of wild and hatchery sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fry at different salinities. Journal of Applied Ichthyology, 10: 57–63.

Martins, C. I. M., Galhardo, L., Noble, C., Damsgård, B., Spedicato, M. T., Zupa, W., Beauchaud, M., *et al*. 2012. Behavioural indicators of welfare in farmed fish. Fish Physiology and Biochemistry, 38: 17–41.

Martos-Sitcha, J. A., Bermejo-Nogales, A., Calduch-Giner, J. A., and Pérez-Sánchez, J. 2017. Gene expression profiling of whole blood cells supports a more efficient mitochondrial respiration in hypoxia-challenged gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Frontiers in Zoology, 14: 34.

Martos-Sitcha, J. A., Sosa, J., Ramos-Valido, D., Bravo, F. J., Carmona-Duarte, C., Gomes, H. L., Calduch-Giner, J. À., *et al*. 2019. Ultra-low power sensor devices for monitoring physical activity and respiratory frequency in farmed fish. Frontiers in Physiology, 10: 1–14.

Masroor, W., Farcy, E., Gros, R., and Lorin-Nebel, C. 2018. Effect of combined stress (salinity and temperature) in European sea bass *Dicentrarchus labrax* osmoregulatory processes. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 215: 45–54.

Matos, E., Gonçalves, A., Nunes, M. L., Dinis, M. T., and Dias, J. 2010. Effect of harvesting stress and slaughter conditions on selected flesh quality criteria of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 305: 66–72.

Maximino, C., Marques de Brito, T., Dias, C. A. G. de M., Gouveia, A., and Morato, S. 2010. Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. Nature Protocols, 5: 209–216.

Milligan, C. L. 1996. Metabolic recovery from exhaustive exercise in rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology - A Physiology, 113: 51–60.

Millot, S., and Bégout, M.-L. 2009. Individual fish rhythm directs group feeding: a case study with sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*) under self-demand feeding conditions. Aquatic Living Resources, 22: 363–370.

Millot, S., Cerqueira, M., Castanheira, M.-F., Øverli, Ø., Oliveira, R. F., and Martins, C. I. M. 2014. Behavioural Stress Responses Predict Environmental Perception in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). PLoS ONE, 9: e108800.

Mohammed-Geba, K., Yúfera, M., Martínez-Rodríguez, G., and Mancera, J. M. 2016. Molecular endocrine changes of Gh/Igf1 axis in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) exposed to different environmental salinities during larvae to post-larvae stages. Fish Physiology and Biochemistry, 42: 1177–1186.

Mommsen, T. P., Vijayan, M. M., and Moon, T. W. 1999. Cortisol in teleosts: Dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 9: 211–268.

Montero, D., Izquierdo, M. S., Tort, L., Robaina, L., and Vergara, J. M. 1999. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. Fish Physiology and Biochemistry, 20: 53–60.

Montero, D., Socorro, J., Tort, L., Caballero, M. J., Robaina, L. E., Vergara, J. M., and Izquierdo, M. S. 2004. Glomerulonephritis and immunosuppression associated with dietary essential fatty acid deficiency in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., juveniles. Journal of Fish Diseases, 27: 297–306.

Montero, D., Lalumera, G., Izquierdo, M. S., Caballero, M. J., Saroglia, M., and Tort, L. 2009. Establishment of dominance relationships in gilthead sea bream *Sparus aurata* juveniles during feeding: Effects on feeding behaviour, feed utilization and fish health. Journal of Fish Biology, 74: 790–805.

Montoya, A., López-Olmeda, J. F., Garayzar, A. B. S., and Sánchez-Vázquez, F. J. 2010. Synchronization of daily rhythms of locomotor activity and plasma glucose, cortisol and thyroid hormones to feeding in Gilthead seabream (*Sparus aurata*) under a light–dark cycle. Physiology & Behavior, 101: 101–107.

Moyano, M., Candebat, C., Ruhbaum, Y., Álvarez-Fernández, S., Claireaux, G., Zambonino-Infante, J. L., and Peck, M. A. 2017. Effects of warming rate, acclimation temperature and ontogeny on the critical thermal maximum of temperate marine fish larvae. PLoS ONE, 12: 1–23.

Mylonas, C. C., Sigelaki, I., Divanach, P., Mananõs, E., Carrillo, M., and Afonso-Polyviou, A. 2003. Multiple spawning and egg quality of individual European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) females after repeated injections of GnRHa. Aquaculture, 221: 605–620.

Mylonas, C. C., Papandroulakis, N., Smboukis, A., Papadaki, M., and Divanach, P. 2004. Induction of spawning of cultured greater amberjack (*Seriola dumerili*) using GnRHa implants. Aquaculture, 237: 141–154.

Nash, C. E., Iwamoto, R. N., and Mahnken, C. V. W. 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. Aquaculture, 183: 307–323.

Negrín-Báez, D., Navarro, A., Lee-Montero, I., Soula, M., Afonso, J. M., and Zamorano, M. J. 2015a. Inheritance of skeletal deformities in gilthead seabream (*Sparus aurata*) –lack of operculum, lordosis, vertebral fusion and LSK complex. Journal of Animal Science, 93: 53–61.

Negrín-Báez, D., Navarro, A., Afonso, J. M., Ginés, R., and Zamorano, M. J. 2015b. Detection of QTL associated with three skeletal deformities in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.): Lordosis, vertebral fusion and jaw abnormality. Aquaculture, 448: 123–127. Elsevier B.V.

Noble, C., Hernan, J., Damsgard, B., Flood, M., Midling, K., Roque, A., Saether, B.-S., *et al*. 2012. Injuries and deformities in fish : their potential impacts upon aquacultural production and welfare: 61–83.

Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L. H., and Turnbull, J. F. 2018. Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare. 351 pp.

OIE, W. O. for A. H. 2015. Welfare aspects of animal stunning and killing of farmed fish for human consumption. Aquatic Animal Health Code.

Oikonomidou, E., Batzina, A., and Karakatsouli, N. 2019. Effects of food quantity and distribution on aggressive behaviour of gilthead seabream and European seabass. Applied Animal Behaviour Science, 213: 124–130.

Papadakis, V. M., Glaropoulos, A., Alvanopoulou, M., and Kentouri, M. 2016. A behavioural approach of dominance establishment in tank-held sea bream (*Sparus aurata* L.) under different feeding conditions. Aquaculture Research, 47: 4015–4023.

Papadopoulos, P., Bitchava, K., Tzironi, E., and Athanassopoulou, F. 2008. Fish Vaccination. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 59: 308–319.

Papaharisis, L., Tsironi, T., Dimitroglou, A., Taoukis, P., and Pavlidis, M. 2019. Stress assessment, quality indicators and shelf life of three aquaculture important marine fish, in relation to harvest practices, water temperature and slaughter method. Aquaculture Research, 50: 2608–2620.

Papandroulakis, N., Divanach, P., Anastasiadis, P., and Kentouri, M. 2001. The pseudo-green water technique for intensive rearing of sea bream (*Sparus aurata*) larvae. Aquaculture International, 9: 205–216.

Papandroulakis, N., Lika, K., Kristiansen, T. S., Oppedal, F., Divanach, P., and Pavlidis, M. 2014. Behaviour of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., in cages - impact of early life rearing conditions and management. Aquaculture Research, 45: 1545–1558.

Pascoli, F., Lanzano, G. S., Negrato, E., Poltronieri, C., Trocino, A., Radaelli, G., and Bertotto, D. 2011. Seasonal effects on hematological and innate immune parameters in sea bass *Dicentrarchus labrax*. Fish and Shellfish Immunology, 31: 1081–1087.

Paspatis, M., Maragoudaki, D., and Kentouri, M. 2000. Self-feeding activity patterns in gilthead sea bream (*Sparus aurata*), red porgy (*Pagrus pagrus*) and their reciprocal hybrids. Aquaculture, 190: 389–401.

Pavlidis, M., Berry, M., Divanach, P., and Kentouri, M. 1997. Diel pattern of haematocrit, serum metabolites, osmotic pressure, electrolytes and thyroid hormones in sea bass and sea bream. Aquaculture International, 5: 237–247.

Pavlidis, M., Koumoundouros, G., Sterioti, A., Somarakis, S., Divanach, P., and Kentouri, M. 2000. Evidence of temperature-dependent sex determination in the european sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Journal of Experimental Zoology, 287: 225–232.

Peixoto, M. J., Svendsen, J. C., Malte, H., Pereira, L. F., Carvalho, P., Pereira, R., Gonçalves, J. F. M., *et al*. 2016. Diets supplemented with seaweed affectmetabolic rate, innate immune, and antioxidant responses, but not individual growth rate in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Journal of Applied Phycology, 28: 2061–2071.

Peres, H., and Oliva-Teles, A. 1999a. Influence of temperature on protein utilization in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 170: 337–348.

Peres, H., and Oliva-Teles, A. 1999b. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179: 325–334.

Peres, H., Gonçalves, P., and Oliva-Teles, A. 1999. Glucose tolerance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179: 415–423.

Peres, H., Santos, S., and Oliva-Teles, A. 2011. Lack of compensatory growth response in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles following starvation and subsequent refeeding. Aquaculture, 318: 384–388.

Person-Le Ruyet, J., Mahé, K., Le Bayon, N., and Le Delliou, H. 2004. Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 237: 269–280.

Person-Le Ruyet, J., and Le Bayon, N. 2009. Effects of temperature, stocking density and farming conditions on fin damage in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquatic Living Resources, 22: 349–362.

Petochi, T., Di Marco, P., Priori, A., Finoia, M. G., Mercatali, I., and Marino, G. 2011. Coping strategy and stress response of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to acute and chronic environmental hypercapnia under hyperoxic conditions. Aquaculture, 315: 312–320.

Pichavant, K., Person-Le-Ruyet, J., Le Bayon, N., Severe, A., Le Roux, A., and Boeuf, G. 2001. Comparative effects of long-term hypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. Journal of Fish Biology, 59: 875–883.

Piferrer, F., Blázquez, M., Navarro, L., and González, A. 2005. Genetic, endocrine, and environmental components of sex determination and differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). General and Comparative Endocrinology, 142: 102–110.

Pimentel, M. S., Faleiro, F., Marques, T., Bispo, R., Dionísio, G., Faria, A. M., Machado, J., *et al*. 2016. Foraging behaviour, swimming performance and malformations of early stages of commercially important fishes under ocean acidification and warming. Climatic Change, 137: 495–509.

Poulton, D., Porteus, C. S., and Simpson, S. 2017. Combined impacts of elevated CO2 and anthropogenic noise on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). ICES Journal of Marine Science, 74: 1230–1236.

Prestinicola, L., Boglione, C., Makridis, P., Spanò, A., Rimatori, V., Palamara, E., Scardi, M., *et al*. 2013. Environmental Conditioning of Skeletal Anomalies Typology and Frequency in Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L., 1758) Juveniles. PLoS ONE, 8: e55736.

Rachels, J., and Rachels, S. 2010. The elements of moral philosophy. Εκδόσεις Οκτώ, Αθήνα.

Regan, T. 1983. The Case for Animal Rights. University of California Press, Berkeley.

Réveillac, E., Lacoue-Labarthe, T., Oberhänsli, F., Teyssié, J.-L., Jeffree, R., Gattuso, J.-P., and Martin, S. 2015. Ocean acidification reshapes the otolith-body allometry of growth in juvenile sea bream. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 463: 87–94.

Robaina, L., Corraze, G., Aguirre, P., Blanc, D., Melcion, J. P., and Kaushik, S. 1999. Digestibility, postprandial ammonia excretion and selected plasma metabolites in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed pelleted or extruded diets with or without wheat gluten. Aquaculture, 179: 45–56.

Rodríguez, L., Begtashi, I., Zanuy, S., and Carrillo, M. 2005. Long-term exposure to continuous light inhibits precocity in European male sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.): Hormonal aspects. General and Comparative Endocrinology, 140: 116–125.

Rose, J. D. 2002. The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain. Reviews in Fisheries Science, 10: 1–38.

Rose, J. D., Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Diggles, B. K., Sawynok, W., Stevens, E. D., and Wynne, C. D. L. 2014. Can fish really feel pain? Fish and Fisheries, 15: 97–133.

Rotllant, J., Balm, P. H. M., Ruane, N. M., Pérez-Sánchez, J., Wendelaar-Bonga, S. E., and Tort, L. 2000a. Pituitary proopiomelanocortin-derived peptides and hypothalamus-pituitary-interrenal axis activity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) during prolonged crowding stress: Differential regulation of adrenocorticotropin hormone and α-melanocyte-stimulating. General and Comparative Endocrinology, 119: 152–163.

Rotllant, J., Balm, P. H. M., Ruane, N. M., Pérez-Sánchez, J., Wendelaar-Bonga, S. E., and Tort, L. 2000b. Pituitary proopiomelanocortin-derived peptides and Hypothalamus–Pituitary–Interrenal axis activity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) during prolonged crowding stress: Differential regulation of adrenocorticotropin hormone and α-Melanocyte-Stimulating. General and Comparative Endocrinology, 119: 152–163.

Rotllant, J., Balm, P. H. M., Pérez-Sánchez, J., Wendelaar-Bonga, S. E., and Tort, L. 2001. Pituitary and interrenal function in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L., Teleostei) after handling and confinement stress. General and Comparative Endocrinology, 121: 333–342.