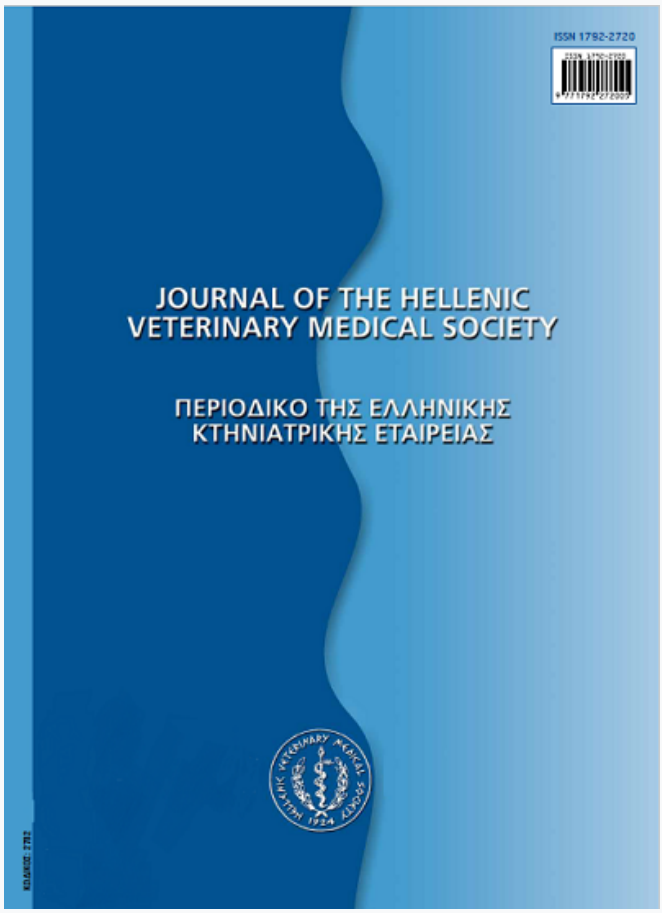
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 56, No 2 (2005)



Use of anaesthetic agents in farmed fish

H. TSANTILAS (Η. ΤΣΑΝΤΗΛΑΣ), A. D. GALATOS (Α. Δ. ΓΑΛΑΤΟΣ), F. ATHANASSOPOULOU (ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Φ.)

doi: 10.12681/jhvms.15077

To cite this article:

TSANTILAS (Η. ΤΣΑΝΤΗΛΑΣ) H., GALATOS (Α. Δ. ΓΑΛΑΤΟΣ) A. D., & ATHANASSOPOULOU (ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Φ.) F. (2017). Use of anaesthetic agents in farmed fish. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *56*(2), 130–137. https://doi.org/10.12681/jhvms.15077

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 26/03/2026 17:46:01

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2005, 56(2): 130-137
JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2005, 56(2): 130-137

Ανασκόπηση
Review article

Χρήση αναισθητικών ουσιών σε ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών

Η. Τσαντήλας[1,2], Α. Δ. Γαλάτος[1], Φ. Αθανασοπούλου[2]

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Η εκτροφή των ψαριών στις ιχθυοκαλλιέργειες απαιτεί μεγάλο αριθμό παρεμβάσεων, οι οποίες, προκειμένου να γίνουν με ευκολία και ασφάλεια, καθιστούν αναγκαία τη χρήση αναισθητικών ουσιών. Η χρήση αναισθητικών ουσιών διευκολύνει τους χειρισμούς και μειώνει το στρες που προκαλείται κατά την εκτέλεσή τους, ενώ επιτρέπει την εκτέλεση επώδυνων επεμβάσεων. Ενέργειες, όπως η διαλογή μεγέθους, το τεστ νηκτικής κύστης, ο εμβολιασμός, η σήμανση, η μεταφορά, η αιμοληψία και η τεχνητή γονιμοποίηση, απαιτούν τη χρήση αναισθητικών ουσιών σε δόσεις, οι οποίες, ανάλογα με την περίπτωση, εξασφαλίζουν από ελαφρά ηρέμηση μέχρι βαθιά χειρουργική αναισθησία. Το ιδανικό αναισθητικό για ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών πρέπει να εξασφαλίζει γρήγορη εγκατάσταση και ανάνηψη από την αναισθησία, να είναι ασφαλές για τα ψάρια και το χρήστη, να μην αφήνει κατάλοιπα στους ιστούς και να είναι οικονομικό και εύχρηστο. Τα αναισθητικά συνήθως προσλαμβάνονται μέσω των βραγχίων, αφού πρώτα διαλυθούν στο νερό στο οποίο βρίσκονται τα ψάρια. Η ανάνηψη από την αναισθησία γίνεται με τοποθέτηση των ψαριών σε νερό απαλλαγμένο από την αναισθητική ουσία. Η ανταπόκριση των ψαριών στα αναισθητικά εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος και το σωματικό βάρος του ψαριού, την αναλογία μεταξύ του σωματικού βάρους και της επιφάνειας των βραγχίων του, τη λιποπεριεκτικότητα, το φύλο, τη σεξουαλική ωριμότητα, τη φυσική κατάσταση και την κατάσταση της υγείας του, αλλά και τη θερμοκρασία, το pH και την περιεκτικότητα του νερού στο οποίο διαβιεί σε άλατα, μέταλλα και οξυγόνο. Τα αναισθητικά που χρησιμοποιούνται σήμερα συχνότερα στα περισσότερα είδη ψαριών είναι η τρικαΐνη, η βενζοκαΐνη, η φαινοξυαιθανόλη, η κιναλδίνη, η θειική κιναλδίνη, το γαριφαλέλαιο και η μετομιδάτη. Η τρικαΐνη είναι η μόνη αναισθητική ουσία που έχει άδεια από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ για χρήση σε ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών. Είναι εύχρηστη και θεωρείται ασφαλής για τα ψάρια και το χρήστη, έχει όμως υψηλό κόστος αγοράς και απαιτείται χρόνος αναμονής 21 ημερών μετά τη χρήση της. Η βενζοκαΐνη είναι ουσία παρόμοια με την τρικαΐνη, αλλά πολύ λιγότερο υδατοδιαλυτή, οπότε τα διαλύματά της πρέπει να παρασκευάζονται με αιθανόλη ή ακετόνη. Είναι όμως πιο οικονομική, μετά τη χρήση της απαιτείται χρόνος αναμονής μόνο 24 ωρών και θεωρείται αρκετά ασφαλής για τα ψάρια

[1]Χειρουργική Κλινική,
[2]Εργαστήριο Ιχθυολογίας και Ιχθυοπαθολογίας,
Τμήμα Κτηνιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τρικάλων 224, 431 00 Καρδίτσα

Ημερομηνία υποβολής: 09.03.2005
Ημερομηνία εγκρίσεως: 25.05.2005

Use of anaesthetic agents in farmed fish

Tsantilas H.[1,2], Galatos A. D.[1], Athanassopoulou F.[2]

ABSTRACT. Anaesthetic agents are routinely used in farmed fish to permit the performance of painful procedures, ease handling and reduce stress during grading, tagging, transport, blood sampling, artificial breeding and vaccination of fish. An ideal anaesthetic for fish should induce anaesthesia rapidly, allow a rapid recovery, be safe to both fish and user, leave low tissue residues and be inexpensive and easy to use. A variety of factors, including species, size, body weight, gill surface area to body weight ratio, lipid content, sex, sexual maturity, physical condition and health state of the fish, as well as temperature, pH, salinity and oxygen and mineral content of the water may affect the anaesthetic process in fish. The most commonly used anaesthetics are tricaine, benzocaine, phenoxyethanol, quinaldine, quinate, clove oil and metomidate. Tricaine is the only anaesthetic licensed for farmed fish use in the USA. It is easy to use and safe, but also expensive. Benzocaine is cheaper, but poorly water-soluble and has to be prepared in either ethanol or acetone. Phenoxyethanol is considered by most fish farmers as the anaesthetic of choice for farmed fish, because of its easy preparation, low price, rapid action and bactericidal and fungicidal properties. Quinaldine and quinate are effective and easy to use anaesthetic agents, however, a number of adverse effects have been reported to both fish and users. The active ingredients of clove oil are eugenol and isoeugenol and have been introduced only recently as fish anaesthetics. Apart from being inexpensive and easy to use, clove oil has also bactericidal and fungicidal properties. Metomidate may have a certain advantage as it probably evokes a less severe stress response in fish than the other anaesthetic agents.

Key words: anaesthetic agents, farmed fish

[1]Clinic of Surgery,
[2]Laboratory of Ichthyology & Fish Pathology,
Faculty of Veterinary Medicine, School of Health Sciences,
University of Thessaly, Trikalon 224, GR 431 00 Karditsa, Greece

Submission date: 09.03.2005
Approval date: 25.05.2005

και το χρήστη. Η φαινοξυαιθανόλη είναι μετρίως υδατοδιαλυτή, διαλύεται όμως εύκολα σε αιθανόλη. Είναι οικονομική, εύχρηστη, αρκετά ασφαλής για τα ψάρια, αν και ίσως όχι πάντα ασφαλής για το χρήστη, ενώ τα διαλύματά της έχουν, πέραν της αναισθητικής, αντιβακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση. Η κιναλδίνη και η θειική κιναλδίνη είναι εύχρηστες, αλλά η δεύτερη, η οποία είναι και η περισσότερο ασφαλής, είναι ιδιαίτερα ακριβή. Έχει αναφερθεί ότι μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό των βραγχίων και βλάβες του κερατοειδούς χιτώνα των ψαριών, καθώς και ερεθισμό του επιπεφυκότα και αναπνευστικά προβλήματα στο χρήστη. Το γαριφαλέλαιο είναι ελαιώδες υγρό το οποίο περιέχει τις δραστικές ουσίες ευγενόλη και ισοευγενόλη. Είναι οικονομικό και εύχρηστο, έχει αντιμυκητιακή και αντιβακτηριακή δράση, θεωρείται αρκετά ασφαλές για τα ψάρια και το χρήστη και δεν απαιτείται χρόνος αναμονής μετά τη χρήση του. Η μετομιδάτη εξασφαλίζει ταχεία εγκατάσταση, ενώ η ανάνηψη από την αναισθησία μπορεί να είναι παρατεταμένη όταν ο χρόνος έκθεσης είναι μεγάλος. Επιπλέον, φαίνεται να πλεονεκτεί έναντι των άλλων αναισθητικών ουσιών, λόγω του ότι πιθανώς προκαλεί το λιγότερο στρες στα ψάρια κατά τη διαδικασία αναισθητοποίησής τους.

Λέξεις ευρετηρίασης: αναισθητικές ουσίες, ψάρια, ιχθυοκαλλιέργειες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την τελευταία εικοσιπενταετία στη Μεσόγειο αναπτύχθηκε έντονο ενδιαφέρον για τις θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες. Η Ελλάδα, με ετήσια παραγωγή που ξεπερνάει τους 60.000 τόνους, είναι πρώτη σε παραγωγή λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax* L.) και τσιπούρας (*Sparus aurata* L.) με περισσότερες από 200 μονάδες εκτροφής, ενώ σε πολλές μονάδες εφαρμόζεται ικανοποιητικά η εντατική εκτροφή νέων ειδών, όπως το μυτάκι ή χιόνα (*Diplodus puntazzo* C.), το φαγκρί (*Pagrus pagrus* L.), ο σαργός (*Diplodus sargus* L.), η συναγρίδα (*Dentex dentex* L.), το λιθρίνι (*Pagelus erithrinus* L.) και η γλώσσα (*Solea solea* L.). Η υπό τεχνητές συνθήκες εκτροφή των ψαριών στις ιχθυοκαλλιέργειες απαιτεί μεγάλο αριθμό παρεμβάσεων εκ μέρους του εκτροφέα και του κτηνιάτρου, οι οποίες, προκειμένου να γίνουν με ευκολία και ασφάλεια, καθιστούν αναγκαία τη χρήση αναισθητικών ουσιών, πρακτική η οποία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαχείρισης των ψαριών. Σχετικά με το αντικείμενο αυτό, υπάρχει πλούσια διεθνής βιβλιογραφία, αλλά δυστυχώς μόνο ένα άρθρο (Galatos and Raptopoulos 1995) δημοσιευμένο σε ελληνικό επιστημονικό περιοδικό είναι γνωστό στους συγγραφείς.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η χρήση αναισθητικών ουσιών σε ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών, σε δόσεις οι οποίες ποικίλλουν ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες, διευκολύνει τους χειρισμούς και μειώνει το στρες που προκαλείται κατά την εκτέλεσή τους, ενώ επιτρέπει την εκτέλεση επώδυνων επεμβάσεων (Le Bras 1982, Kreiberg and Powell 1991, Stoskopf 1993, Gerwick et al 1999, Small 2003). Συνήθως, ακόμη και η ελάχιστη ενόχληση υποβάλλει τα ψάρια σε έντονο στρες, το οποίο, εκτός από τις δυσμενείς μακροχρόνιες επιπτώσεις του στο ανοσοποιητικό σύστημα, στην αναπαραγωγή και στην ανάπτυξή τους, μπορεί να τους προκαλέσει ακόμη και καρδιακή ανακοπή, ενώ η τυχόν βίαιη αντίδρασή τους και η έντονη μυϊκή δραστηριότητά τους μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό ή και σε θάνατο ως αποτέλεσμα αυξημένης κατανάλωσης οξυγόνου και πρόκλησης σοβαρής υποξίας (Jolly et al 1972, Green 1979, Stoskopf 1993). Συνεπώς, ενέργειες όπως η διαλογή μεγέθους, το τεστ νηκτικής κύστης, ο εμβολιασμός, η σήμανση, η μεταφορά, η αιμοληψία και η τεχνητή γονιμοποίηση απαιτούν τη χρήση αναισθητικών ουσιών σε δόσεις, οι οποίες ανάλογα με την περίπτωση, εξασφαλίζουν από ελαφρά ηρέμηση μέχρι βαθιά χειρουργική αναισθησία (Jolly et al 1972, Ferreira et al 1984, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998).

Το ιδανικό αναισθητικό για ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών πρέπει να εξασφαλίζει γρήγορη εγκατάσταση και ανάνηψη από την αναισθησία, να παρέχει καλή αναλγησία και μυοχάλαση, να είναι ασφαλές για τα ψάρια και το χρήστη, να μην αφήνει κατάλοιπα στους ιστούς και να είναι οικονομικό και εύχρηστο (Marking and Meyer 1985, Gilderhus and Marking 1987, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998). Η εκτίμηση του βάθους της αναισθησίας στα ψάρια στηρίζεται στη διαπίστωση ορισμένων σημείων, τα οποία χαρακτηρίζουν το κάθε στάδιο αναισθησίας (Πίνακας 1). Ωστόσο, μπορεί να παρατηρηθούν διαφορές, κυρίως όσον αφορά στην ταχύτητα και τη σειρά εμφάνισης αυτών, ανάλογα με το είδος του ψαριού και τη χρησιμοποιούμενη αναισθητική ουσία (Jolly et al 1972, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Keene et al 1998, Hall et al 2001, Small 2003).

Οι αναισθητικές ουσίες συνήθως προσλαμβάνονται μέσω των βραγχίων, αφού πρώτα διαλυθούν και προστεθούν μέσα στο νερό στο οποίο βρίσκονται τα ψάρια, αν και μπορούν να χορηγηθούν και με ενδοπεριτοναϊκή, ενδοφλέβια ή ενδομυϊκή έγχυση, κάτι το οποίο όμως δεν είναι σύνηθες σε επίπεδο ιχθυοκαλλιέργειας (Jolly et al 1972, Gilderhus and Marking 1987, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998, Stehly and Gingerich 1999, Hall et al 2001). Πριν από τη χορήγησή τους εφαρμόζεται νηστεία διάρκειας 12-48 ωρών, προκειμένου να αποφευχθεί ο έμετος και ο κίνδυνος ασφυξίας λόγω εναπόθεσης εμέσματος στα βράγχια (Green 1979). Όταν απαιτείται αναισθησία μακράς διαρκείας πρέπει να ρυθμίζονται η θερμο-

Πίνακας 1. Στάδια αναισθησίας των ψαριών
Table 1. Stages of anaesthesia in fish

Στάδιο	Κατάσταση	Χαρακτηριστικά
0	Εγρήγορση	Φυσιολογική ανταπόκριση σε εξωτερικά ερεθίσματα Φυσιολογικός ρυθμός κίνησης βραγχιοκαλυμμάτων Φυσιολογικός μυϊκός τόνος Φυσιολογική κολύμβηση, διατήρηση ισορροπίας
1	Ελαφρά ηρέμηση	Μειωμένη ανταπόκριση σε απτικά και οπτικά ερεθίσματα Μειωμένος ρυθμός κίνησης βραγχιοκαλυμμάτων Φυσιολογικός μυϊκός τόνος Κολύμβηση (συνήθως) και διατήρηση ισορροπίας
2	Βαθιά ηρέμηση	Ανταπόκριση μόνο σε ισχυρή πίεση Μειωμένος ρυθμός κίνησης βραγχιοκαλυμμάτων Φυσιολογικός μυϊκός τόνος Κολύμβηση (συχνά) και διατήρηση ισορροπίας
3	Μερική απώλεια ισορροπίας	Ανταπόκριση μόνο σε ισχυρά απτικά και δονητικά ερεθίσματα Αυξημένος ρυθμός κίνησης βραγχιοκαλυμμάτων Ελάττωση μυϊκού τόνου Ασταθής κολύμβηση και μερική απώλεια ισορροπίας
4	Ελαφρά αναισθησία	Ίσως ανταπόκριση σε πολύ ισχυρή πίεση Αργές, αλλά ρυθμικές κινήσεις βραγχιοκαλυμμάτων Απουσία μυϊκού τόνου Κατάργηση νωτιαίων αντανακλαστικών Ακινητοποίηση και πλήρης απώλεια ισορροπίας
5	Χειρουργική αναισθησία	Απουσία ανταπόκρισης σε κάθε εξωτερικό ερέθισμα Αργές, άρρυθμες και ίσως μικρού εύρους κινήσεις βραγχιοκαλυμμάτων Βραδυκαρδία (συχνά έντονη) Κατάργηση όλων των αντανακλαστικών
6	Προμηκική παράλυση	Απουσία κινήσεων βραγχιοκαλυμμάτων Περιστασιακές σπασμωδικές κινήσεις βραγχιοκαλυμμάτων Καρδιακή ανακοπή Θάνατος

(Jolly et al 1972, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Keene et al 1998, τροποποιημένος)

κρασία και η περιεκτικότητα σε οξυγόνο του νερού μέσα στο οποίο βρίσκονται τα ψάρια (Green 1979, Stoskopf 1993). Τέλος, η ανάνηψη από την αναισθησία γίνεται με τοποθέτηση των ψαριών σε νερό απαλλαγμένο από την αναισθητική ουσία (Jolly et al 1972, Green 1979, Hall et al 2001).

Η ανταπόκριση των ψαριών στις αναισθητικές ουσίες και, συνεπώς, η επιτυχία και η ασφάλεια της αναισθησίας επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, στους οποίους περιλαμβάνονται το είδος του ψαριού, το μέγεθος και το σωματικό βάρος του, η αναλογία μεταξύ του σωματικού βάρους και της επιφάνειας των βραγχίων του, η λιποπεριεκτικότητα, το φύλο, η σεξουαλική ωριμότητα, η φυσική κατάσταση και η κατάσταση της υγείας του ψαριού, αλλά και η θερμοκρασία, το pH και η περιεκτικότητα του νερού στο οποίο διαβιεί σε άλατα, μέταλλα και οξυγόνο (Jolly et al 1972, Sylvester and Holland 1982, Josa et al 1992, Weyl et al 1996).

ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Στα ψάρια έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφορες αναισθητικές ουσίες, ωστόσο, αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα συχνότερα στα περισσότερα είδη είναι η τρικαΐνη, η βενζοκαΐνη, η φαινοξυαιθανόλη, η κιναλδίνη, η θειική κιναλδίνη, το γαριφαλέλαιο και η μετομιδάτη (Jolly et al 1972, Green 1979, Marking and Meyer 1985, Gilderhus and Marking 1987, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Galatos and Raptopoulos 1995, Hseu et al 1998, Hall et al 2001, Ortuño et al 2002α, Small 2003).

Τρικαΐνη (MS-222)

Η τρικαΐνη είναι το συχνότερα χρησιμοποιούμενο στα ψάρια αναισθητικό (Marking and Meyer 1985). Είναι παράγωγο της βενζοκαΐνης, αλλά 250 φορές πιο υδατοδιαλυτή (1250 g/l) από αυτήν, ιδιότητα που την

καθιστά πολύ πιο εύχρηστη. Κυκλοφορεί υπό μορφή άοσμης λευκής κρυσταλλικής σκόνης με μοριακό βάρος 261,3 και σημείο τήξεως 147-150°C. Είναι σταθερή για διάστημα έως πέντε χρόνια όταν φυλάσσεται σε δροσερό (έως 25°C) και ξηρό χώρο, όμως μετά την αραίωσή της σε νερό (10 g τρικαΐνης σε 1 l νερού), οπότε προκύπτει διαυγές διάλυμα, πρέπει να χρησιμοποιείται εντός ενός μηνός, να φυλάσσεται σε αδιαφανή δοχεία και να μην εκτίθεται στο ηλιακό φως (Jolly et al 1972, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998).

Αν και κατατάσσεται στα τοπικά αναισθητικά, η τρικαΐνη έχει συστηματική δράση στα ψάρια και είναι η μόνη αναισθητική ουσία που έχει άδεια από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) των ΗΠΑ για χρήση σε ψάρια ιχθυοκαλλιεργειών (Marking and Meyer 1985, Summerfelt and Smith 1990, Ortuño et al 2002α). Είναι εύχρηστη και θεωρείται ασφαλής τόσο για τα ψάρια όσο και για το χρήστη, έχει όμως υψηλό κόστος αγοράς και, παρά το ότι 24 ώρες μετά τη χρήση της ελάχιστα υπολείμματά της παραμένουν στους ιστούς, απαιτείται χρόνος αναμονής 21 ημερών (Marking and Meyer 1985, Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998, Cho and Heath 2000).

Τα διαλύματα της τρικαΐνης είναι όξινα και για το λόγο αυτό πολλοί συστήνουν τη ρύθμισή τους με αλκαλικές ουσίες, όπως το διττανθρακικό νάτριο, πριν από τη χρήση τους σε ψάρια γλυκού νερού, έτσι ώστε να έχουν pH 7-7,5 (Ohr 1976, Smit and Hattingh 1979, Smit et al 1979, Stoskopf 1993). Ωστόσο, αυτό δε χρειάζεται να γίνει σε ψάρια θαλασσινού νερού (Sylvester 1975, Mattson and Riple 1989, Malmstrøm et al 1993, Oikawa et al 1994), αφού το ίδιο το νερό δρα ως ρυθμιστικό διάλυμα (Ohr 1976, Hseu et al 1998).

Η τρικαΐνη απορροφάται γρήγορα από τα βράγχια και η δράση της εκδηλώνεται ταχύτατα. Η εγκατάσταση της αναισθησίας επέρχεται σε 1-2 min και η ανάνηψη σε 5-10 min (Jolly et al 1972, Stoskopf 1993, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Smith et al 1999, Hall et al 2001, Wagner et al 2002, Tsantilas et al, unpublished data), μπορούν δε να επηρεάζονται από την πυκνότητα του διαλύματος και τη διάρκεια της έκθεσης των ψαριών σε αυτό (Stoskopf 1993, Ortuño et al 2002α).

Η τρικαΐνη έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, κυμαίνονται από 25 έως 250 mg/l και οι οποίες είναι συγκριτικά μικρότερες στα νεαρά άτομα (Jolly et al 1972, Sylvester 1975, Reinitz and Rix 1977, Smit and Hattingh 1979, Hikasa et al 1986, Gilderhus and Marking 1987, Mattson and Riple 1989, Malmstrøm et al 1993, Stoskopf 1993, Oikawa et al 1994, Massee et al 1995, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Smith et al 1999, Cho and Heath 2000, Ortuño et al 2002α, Wagner et al 2002, Wagner et al 2003, Tsantilas et al, unpublished data).

Στις παρενέργειες της τρικαΐνης, οι οποίες εμφανίζονται κυρίως με τις υψηλότερες δόσεις, περιλαμβάνονται η υποξία, η υπερκαπνία, η υπεργλυκαιμία, η αύξηση του γαλακτικού οξέος και του αιματοκρίτη, καθώς και διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας και ηλεκτρολυτικές και ορμονικές διαταραχές (Reinitz and Rix 1977, Soivio et al 1977, Iwama et al 1989, Stoskopf 1993, MacAvoy and Zaepfel 1997, Ortuño et al 2002α). Η τρικαΐνη προκαλεί επίσης προσωρινή αύξηση της καρδιακής συχνότητας, η οποία ακολουθείται από παρατεταμένη βραδυκαρδία. Σοβαρή υποξία και αναπνευστική και μεταβολική οξέωση μπορεί να εμφανιστούν κυρίως κατά τη βαθιά αναισθησία, εξαιτίας έντονης καταστολής της αναπνοής. Για το λόγο αυτό είναι σκόπιμο να γίνεται οξυγόνωση του νερού στο οποίο βρίσκονται τα αναισθητοποιημένα ψάρια (Green 1979, Stoskopf 1993).

Βενζοκαΐνη

Η βενζοκαΐνη είναι επίσης τοπικό αναισθητικό με συστηματική δράση στα ψάρια, όπως και η τρικαΐνη, αλλά, αντίθετα με αυτήν, είναι ελάχιστα υδατοδιαλυτή (0,4 g/l). Για το λόγο αυτό, τα διαλύματά της παρασκευάζονται μετά από αραίωσή της σε αιθανόλη ή ακετόνη, οι οποίες ωστόσο είναι ερεθιστικές. Αντίθετα, το άλας της (υδροχλωρική βενζοκαΐνη) είναι πολύ πιο υδατοδιαλυτό και συχνά χρησιμοποιείται αντί αυτής, αν και είναι πολύ πιο ακριβό. Η βενζοκαΐνη κυκλοφορεί υπό μορφή λευκής κρυσταλλικής σκόνης με μοριακό βάρος 165,2 και σημείο τήξεως 88-90°C. Τα διαλύματά της (100g βενζοκαΐνης σε 1 l ακετόνης ή αιθανόλης) πρέπει να χρησιμοποιούνται εντός τριών μηνών, να φυλάσσονται σε αεροστεγή και αδιαφανή δοχεία και να μην εκτίθενται στο ηλιακό φως (Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998, Hall et al 2001).

Η βενζοκαΐνη χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και πολλά χρόνια. Θεωρείται αρκετά ασφαλής τόσο για τα ψάρια όσο και για το χρήστη, είναι δε εύχρηστη και πολύ πιο οικονομική από την τρικαΐνη (Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998, Hall et al 2001). Ο χρόνος αναμονής που εφαρμόζεται μετά τη χρήση της είναι συνήθως 24 ώρες (Allen 1988, Stoskopf 1993, Hseu et al 1998), είναι όμως σκόπιμο να αυξάνεται σε ψάρια με μεγάλη λιποπεριεκτικότητα, εξαιτίας της τάσης της να συσσωρεύεται στο λίπος, απ' όπου και απομακρύνεται με αργό ρυθμό (Stoskopf 1993). Αντίθετα με την τρικαΐνη, τα διαλύματα της βενζοκαΐνης δε

χρειάζονται ρύθμιση με αλκαλικές ουσίες (Stoskopf 1993) και η αποτελεσματικότητά της δεν επηρεάζεται από το pH και τη σκληρότητα του νερού (Allen et al 1994). Τέλος, η χρήση της φαίνεται να συμβάλει στην αντιμετώπιση του εξωπαράσιτου *Entobdella hippoglossi* του καλκανιού (*Hippoglossus hippoglossus* L.) (Svendsen and Haug 1991).

Όπως και η τρικαΐνη, η βενζοκαΐνη απορροφάται γρήγορα από τα βράγχια και η δράση της εκδηλώνεται ταχύτατα. Συνήθως η εγκατάσταση της αναισθησίας επέρχεται σε 2-4 min, ενώ η ανάνηψη σε λιγότερο από 10 min, ωστόσο η τελευταία μπορεί να παραταθεί σε ψάρια με μεγάλη λιποπεριεκτικότητα (Stoskopf 1993, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Iversen et al 2003, Tsantilas et al, unpublished data).

Η βενζοκαΐνη έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, συνήθως κυμαίνονται από 25 έως 200 mg/l (Barham et al 1979, Allen 1988, Ferreira et al 1984, Mattson and Riple 1989, Gilderhus 1990, Gilderhus et al 1991, Stoskopf 1993, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Gomes et al 2001, Ortuño et al 2002α, Walsh and Pease 2002, Iversen et al 2003, Tsantilas et al, unpublished data). Όταν τα διαλύματά της προστίθενται σε νερό σχετικά υψηλής θερμοκρασίας, απαιτούνται μεγαλύτερες δόσεις, πιθανώς λόγω του ταχύτερου μεταβολισμού της από τα ψάρια, ενώ, επιπλέον, η τοξική δράση της αυξάνεται (Stoskopf 1993).

Οι παρενέργειες της βενζοκαΐνης είναι ανάλογες με αυτές της τρικαΐνης και εμφανίζονται κυρίως με τις υψηλότερες δόσεις. Σε αυτές περιλαμβάνονται η υποξία, η υπερκαπνία, η υπεργλυκαιμία και η αύξηση του γαλακτικού οξέος και του αιματοκρίτη, καθώς και διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας (Soivio et al 1977, Iwama et al 1989, Stoskopf 1993, Ortuño et al 2002α). Λόγω του κινδύνου υποξίας είναι σκόπιμο να γίνεται οξυγόνωση του νερού στο οποίο βρίσκονται τα αναισθητοποιημένα ψάρια (Stoskopf 1993). Επιπλέον, εξαιτίας του ότι η βενζοκαΐνη υδρολύεται σε παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ, πρέπει να χορηγείται με προσοχή σε ψάρια στα οποία γίνεται αγωγή με σουλφοναμίδες (Stoskopf 1993).

Φαινοξυαιθανόλη

Η φαινοξυαιθανόλη κυκλοφορεί υπό μορφή άχρωμου και ελαφρώς αρωματικού ελαιώδους υγρού με μοριακό βάρος 138,2 και σημείο βρασμού 245°C. Είναι μετρίως υδατοδιαλυτή (26,7 g/l), αλλά διαλύεται σε αιθανόλη (Jolly et al 1972, Hseu et al 1998).

Η φαινοξυαιθανόλη χρησιμοποιείται ευρέως στις ιχθυοκαλλιέργειες. Οι εκτροφείς την προτιμούν επειδή είναι ιδιαίτερα εύχρηστη, οικονομική και αρκετά ασφαλής για τα ψάρια, εξασφαλίζει εγκατάσταση αναισθησίας σε 2-4 min και ανάνηψη σε 3-6 min (Jolly et al 1972, Pucéat et al 1989, Josa et al 1992, Weyl et al 1996, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Ortuño et al 2002β, Tsantilas et al, unpublished data), ενώ, επιπλέον, έχει αντιβακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση (Jolly et al 1972). Ωστόσο, εμφανίζει και αυτή παρενέργειες ανάλογες με εκείνες της τρικαΐνης και της βενζοκαΐνης, κυρίως με τις υψηλότερες δόσεις (Billard 1981, Iwama et al 1989, Ortuño et al 2002β), ενώ ενδέχεται να μην είναι πάντα ασφαλής για το χρήστη (Morton 1990, Hseu et al 1998). Εξάλλου, σε ορισμένες περιπτώσεις η χρησιμότητά της έχει αμφισβητηθεί (Kaiser and Vine 1998, Pickering 1998).

Η φαινοξυαιθανόλη έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, συνήθως κυμαίνονται από 0,1 έως 0,6 ml/l (Gilderhus and Marking 1987, Mattson and Riple 1989, Josa et al 1992, Hseu et al 1996, Weyl et al 1996, Hseu et al 1997, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Kaminski et al 2001, Ortuño et al 2002β, Tort et al 2002, Myszkowski et al 2003, Tsantilas et al, unpublished data).

Κιναλδίνη και θειική κιναλδίνη

Η κιναλδίνη είναι ένα άχρωμο ελαιώδες υγρό με δυσάρεστη οσμή, μοριακό βάρος 143,2 και σημείο βρασμού 246-247°C. Είναι πρακτικά αδιάλυτη στο νερό, αλλά διαλυτή στην ακετόνη και στην αιθανόλη. Η θειική κιναλδίνη, γνωστή και ως κινινικό άλας, είναι υποκίτρινη κρυσταλλική σκόνη με μοριακό βάρος 241,3 και σημείο τήξεως 211-214°C, είναι δε ιδιαίτερα υδατοδιαλυτή (1040,5 g/l) (Stoskopf 1993, Hseu et al 1998).

Η θειική κιναλδίνη είναι ακριβότερη και από την τρικαΐνη, σε αντίθεση με την κιναλδίνη, η οποία είναι ιδιαίτερα οικονομική. Και οι δύο ουσίες είναι εύχρηστες, αλλά όχι τελείως ακίνδυνες. Πάντως, η θειική κιναλδίνη φαίνεται να είναι περισσότερο ασφαλής από την κιναλδίνη και τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα για την αναισθησία των ψαριών (Stoskopf 1993, Hseu et al 1998).

Τα διαλύματα της θειικής κιναλδίνης (συνήθως 10 g της σε 1 l νερού) είναι όξινα και για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται ρύθμισή τους με αλκαλικές ουσίες, όπως το διττανθρακικό νάτριο, πριν από τη χρήση τους, πρέπει δε να φυλάσσονται σε αεροστεγή και αδιαφανή δοχεία και να μην εκτίθενται στο ηλιακό φως. Και οι δύο ουσίες είναι πιο δραστικές σε νερό θερμό, μεγάλης σκληρότητας ή υψηλού pH, ενώ είναι μη δραστικές σε νερό με pH μικρότερο από 5 (Stoskopf 1993).

Και οι δύο ουσίες εξασφαλίζουν εγκατάσταση αναισθησίας σε 1-4 min και ανάνηψη σε 1-13 min (Brandenburger et al 1972, Stoskopf 1993, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Kumlu and Yanar 1999, Iversen et al 2003), ωστόσο, δεν προκαλούν πάντοτε κατάργηση όλων των αντανακλαστικών (Stoskopf 1993, Massee et al 1995). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τρικαΐνη, σε αναλογία 1:10, οπότε επιτυγχάνεται ταχύτερη εγκατάσταση αναισθησίας από ό,τι με την καθεμία ουσία χωριστά (Stoskopf 1993). Συνήθως χρησιμοποιείται ένα μείγμα που περιέχει 2,5-3 mg/l θειικής κιναλδίνης και 25-30 mg/l τρικαΐνης (Stoskopf 1993). Ο συνδυασμός αυτός είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται κυρίως όταν τα ψάρια πρόκειται να υποβληθούν σε επώδυνες χειρουργικές επεμβάσεις (Milton and Dixon 1980).

Η κιναλδίνη και η θειική κιναλδίνη έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, συνήθως κυμαίνονται από 4 έως 60 mg/l (Milton and Dixon 1980, Lambert 1982, Sado 1985, Gilderhus and Marking 1987, Stoskopf 1993, Massee et al 1995, Munday and Wilson 1997, Hseu et al 1998, Kumlu and Yanar 1999, Ortuño et al 2002α, Small 2003).

Στις παρενέργειες της κιναλδίνης και της θειικής κιναλδίνης, η τοξικότητα των οποίων αυξάνεται όταν χρησιμοποιούνται σε θερμό και μεγάλης σκληρότητας νερό (Stoskopf 1993), περιλαμβάνονται η υπεργλυκαιμία (Ortuño et al 2002α), ο ερεθισμός των βραγχίων, καθώς και βλάβες του κερατοειδούς χιτώνα των ψαριών (Munday and Wilson 1997). Εξάλλου, στους χρήστες μπορεί να προκληθούν κυρίως ερεθισμός του επιπεφυκότα και του βλεννογόνου του αναπνευστικού συστήματος, καθώς και άλλα αναπνευστικά προβλήματα, ιδίως όταν ο εξαερισμός στο χώρο εφαρμογής των ουσιών δεν είναι επαρκής, ενώ η χρήση τους ενδέχεται να συνδέεται και με διαταραχές της λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένα (Summerfelt and Smith 1990, Stoskopf 1993, Munday and Wilson 1997).

Γαριφαλέλαιο

Το γαριφαλέλαιο είναι ένα ελαιώδες υγρό, το οποίο παράγεται από το μπουμπούκι, τα φύλλα και το μίσχο του φυτού *Eugenia caryophyllata* (Cho and Heath 2000, Iversen et al 2003). Αποτελεί ένα μείγμα ουσιών, τα κύρια δραστικά συστατικά του οποίου είναι η ευγενόλη, η ισοευγενόλη και η μεθυλευγενόλη. Αν και η ευγενόλη συνιστά το 70-90% του γαριφαλέλαιου, ενδέχεται να είναι η ισοευγενόλη αυτή που έχει την καλύτερη αναισθητική δράση (Tort et al 2002). Η μελέτη της ισοευγενόλης ως αναισθητικού άρχισε μόλις τα τελευταία χρόνια (Stehly and Gingerich 1999, Wagner et al 2002, Iversen et al 2003).

Η ισοευγενόλη έχει χρησιμοποιηθεί ως προσθετικό τροφίμων, ενώ η ευγενόλη ως αντιοξειδωτικό, αντιμυκητιακό, αντιβακτηριακό, προσθετικό ζωοτροφών και τσιγάρων και ως αναλγητικό και τοπικό αναισθητικό στην οδοντιατρική. Η ευγενόλη είναι οικονομική (έχει περίπου το 1/10 του κόστους της βενζοκαΐνης), αρκετά ασφαλής για τα ψάρια και το χρήστη και, επειδή είναι φυσικό προϊόν, πιστεύεται ότι δεν απαιτείται χρόνος αναμονής μετά τη χρήση της (Keene et al 1998, Cho and Heath 2000, Walsh and Pease 2002).

Το γαριφαλέλαιο δεν είναι τελείως διαλυτό στο νερό και συχνά πριν από τη χρήση του αναμειγνύεται με αιθανόλη ή ακετόνη σε αναλογία 1:10. Εξασφαλίζει εγκατάσταση αναισθησίας σε 3-6 min, αλλά η ανάνηψη είναι δύο έως δέκα φορές πιο αργή απ' ότι με άλλα αναισθητικά (Munday and Wilson 1997, Keene et al 1998, Wagner et al 2002, Walsh and Pease 2002, Iversen et al 2003, Tsantilas et al, unpublished data)

Τα τελευταία χρόνια το γαριφαλέλαιο έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, συνήθως κυμαίνονται από 25 έως 100 mg/l (Hikasa et al 1986, Soto and Burhanuddin 1995, Anderson et al 1997, Munday and Wilson 1997, Keene et al 1998, Peake 1998, Waterstrat 1999, Cho and Heath 2000, Prince and Powell 2000, Tort et al 2002, Walsh and Pease 2002, Iversen et al 2003, Small 2003, Wagner et al 2003, Hoskonen and Pirhonen 2004, Tsantilas et al, unpublished data).

Μετομιδάτη

Η μετομιδάτη είναι συγγενής της ετομιδάτης, ενός ενέσιμου αναισθητικού με ευρεία χρήση στον άνθρωπο και σε άλλα θηλαστικά. Η μετομιδάτη κυκλοφορεί υπό μορφή λευκής κρυσταλλικής σκόνης με μοριακό βάρος 266,7. Είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτή, αλλά τα διαλύματά της είναι ασταθή και πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα σε 24 ώρες. Η μετομιδάτη έχει χρησιμοποιηθεί για την αναισθησία των ψαριών, του χοίρου, του αλόγου και των πτηνών (Stoskopf 1993, Hall et al 2001, Small 2003).

Η μετομιδάτη είναι πιθανώς ένα πολλά υποσχόμενο αναισθητικό ψαριών, καθώς θεωρείται το λιγότερο στρεσογόνο από όλα τα άλλα. Συγκεκριμένα, η χρήση των αναισθητικών, αν και μειώνει το έντονο στρες που προκαλείται στα ψάρια κατά την εκτέλεση των χειρισμών, μπορεί συχνά να προκαλέσει η ίδια ήπιο στρες, χωρίς να είναι απόλυτα σαφές αν αυτό οφείλεται στην όλη διαδικασία αναισθητοποίησης ή στις χορηγούμενες αναισθητικές ουσίες. Αυτό πιστεύεται ότι δε συμβαίνει κατά την αναισθησία με μετομιδάτη, επειδή δεν παρατηρείται αύξηση της κορτιζόλης στο αίμα, η οποία εί-

ναι ενδεικτική στρες (Stoskopf 1993, Sandodden et al 2001, Iversen et al 2003, Small 2003). Ανάλογα ευρήματα προέκυψαν και κατά τη χρήση της ετομιδάτης στο σκύλο και στον άνθρωπο (Hall et al 2001). Πάντως, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η μη αύξηση της κορτιζόλης οφείλεται σε παρεμπόδιση της σύνθεσής της από τη μετομιδάτη και όχι σε μη πρόκληση στρες (Stoskopf 1993). Με την καταστολή της παραγωγής κορτιζόλης, η οποία επηρεάζει τη λειτουργία των μελανοκυττάρων, πιθανώς να συνδέεται και ο σκούρος χρωματισμός, ο οποίος παρατηρείται κατά την αναισθησία με μετομιδάτη σε ορισμένα είδη ψαριών, καθώς και σε μερικά άτομα του κάθε είδους (Stoskopf 1993).

Η μετομιδάτη εξασφαλίζει εγκατάσταση αναισθησίας συνήθως σε 1-5 min, αλλά ο χρόνος ανάνηψης μπορεί να είναι ιδιαίτερα παρατεταμένος όταν ο χρόνος έκθεσης είναι μεγάλος (Gilderhus and Marking 1987, Mattson and Riple 1989, Stoskopf 1993, Hansen et al 2003, Iversen et al 2003, Small 2003).

Τα τελευταία χρόνια η μετομιδάτη έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών σε δόσεις οι οποίες, ανάλογα με τις ανάγκες, συνήθως κυμαίνονται από 1 έως 60 mg/l (Mattson and Riple 1989, Malmstrøm et al 1993, Stoskopf 1993, Sandodden et al 2001, Hansen et al 2003, Iversen et al 2003, Small 2003).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

Allen JL (1988) Residues of benzocaine in rainbow trout, largemouth bass and fish meal. Prog Fish-Cult, 50: 59-60

Allen JL, Vang G, Steege S, Xiong S (1994) Solubility of benzocaine in freshwater. Prog Fish-Cult, 56: 145-146

Anderson WG, McKinley RS, Colavecchia M (1997). The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effect on swimming performance. North Am J Fish Manage, 17: 301-307

Barham WT, Caiger KH, Visser JGJ (1979) The use of benzocaine hydrochloride as fish tranquilizer and anaesthetic in saline waters. J Limnol Soc S Afr, 5: 94-96

Billard R (1981) Effect of some fish anesthetics on gamete survival during artificial insemination of rainbow trout. Prog Fish-Cult, 43: 72-73

Brandenburger BEA, Franklin JE, Pratt E, Trams EG (1972) Contributions to the pharmacology of quinaldine (uptake and distribution in the shark and comparative studies). Comp Biochem Physiol, 42A: 223-231

Cho GK, Heath DD (2000) Comparison of tricaine methanesulphonate (MS222) and clove oil anaesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). Aquacult Res, 31: 537-546

Ferreira JT, Schoonbee HJ, Smit GL (1984) The use of benzocaine-hydrochloride as an aid in the transport of fish. Aquaculture, 42: 169-174

Galatos AD, Raptopoulos D (1995) Anaesthesia of exotic animals. 1. Invertebrates, fishes, amphibians, reptiles. Bul Hel Vet Med Soc, 46: 250-262

Gerwick L, Demers NE, Bayne CJ (1999) Modulation of stress hormones in rainbow trout by means of anesthesia, sensory deprivation and receptor blockade. Comp Biochem Physiol, 124A: 329-334

Gilderhus PA (1990) Benzocaine as a fish anesthetic: Efficacy and safety for spawning-phase salmon. Prog Fish-Cult, 52: 189-191

Gilderhus PA, Lemm CA, Woods III LC (1991) Benzocaine as an anesthetic for striped bass. Prog Fish-Cult, 53: 105-107

Gilderhus PA, Marking LL (1987) Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals in rainbow trout. North Am J Fish Manage, 7: 288-292

Gomes LC, Chiparri-Gomes AR, Lopes NP, Roubach R, Araujo-Lima CARM (2001) Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. J World Aquacult Soc, 32: 426-431

Green CJ (1979) Animal Anaesthesia. Laboratory Animals Ltd, London

Hall LW, Clarke KW, Trim CM (2001) Veterinary Anaesthesia. 10th ed, WB Saunders, London

Hansen MK, Nymoen U, Horsberg TE (2003) Pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of metomidate in turbot (*Scophthalmus maximus*) and halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). J Vet Pharmacol Ther, 26: 95-103

Hikasa Y, Takase K, Ogasawara T, Ogasawara S (1986) Anaesthesia and recovery with tricaine methanesulfonate, eugenol and thiopental sodium in the carp, *Cyprinus carpio*. Jpn J Vet Sci, 48: 341-351

Hoskonen P, Pirhonen J (2004) Temperature effects on anaesthesia with clove oil in six temperate-zone fishes. J Fish Biol, 64: 1136-1142

Hseu JR, Yeh SL, Chu YT, Ting YY (1996) Influence of the anesthetic, 2-phenoxyethanol, on hematological parameters of black porgy *Acanthopargus schlegeli*. J Taiwan Fish Res, 4: 127-132

Hseu JR, Yeh SL, Chu YT, Ting YY (1997) Different anesthetic effects of 2-phenoxyethanol on four species of teleost. J Fish Soc Taiwan, 24: 185-191

Hseu JR, Yeh SL, Chu YT, Ting YY (1998) Comparison of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. Acta Zool Taiw, 9: 35-41

Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA (2003) The efficacy of metomidate, clove oil, Aqui-S™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture, 221: 549-566

Iwama GK, Mcgeer JC, Pawluk MP (1989) The effects of five fish anaesthetics on acid-base balance, hematocrit, blood gases, cortisol and adrenaline in rainbow trout. Can J Zool, 67: 2065-2073

Jolly DW, Mawdesley-Thomas LE, Bucke D (1972) Anaesthesia of fish. Vet Rec, 91: 424-426

Josa A, Espinosa E, Cruz JI, Gil L, Falceto MV, Lozano R (1992) Use of 2-phenoxyethanol as an anaesthetic agent in goldfish (*Cyprinus carpio*). Vet Rec, 131: 468

Kaiser H, Vine N (1998) The effect of 2-phenoxyethanol and transport packing density on the post-transport survival rate and metabolic activity in the goldfish, *Carassius auratus.* Aqua Sci Conserv, 2: 1-7

Kaminski R, Myszkowski L, Wolnicki J (2001) Response to 2-phenoxyethanol in juvenile *Vimba vimba* (L). Arch Pol Fish, 9: 71-78

Keene JL, Noakes DLG, Moccia RD, Soto CG (1998) The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquacult Res, 29: 89-101

Kreiberg H, Powell J (1991) Metomidate sedation reduces handling stress in chinook salmon. World Aquaculture, 24: 58-59

Kumlu M, Yanar M (1999) Effects of the anesthetic quinaldine sulphate and muscle relaxant diazepam on sea bream juveniles

(*Sparus aurata*). I J Aquac, 51: 143-147

Lambert TC (1982) Techniques for the capture and handling of Atlantic mackerel with special reference to the use of quinaldine. Prog Fish-Cult, 44: 145-147

Le Bras YM (1982) Effects of anaesthesia and surgery on levels of adrenaline and noradrenaline in blood plasma of the eel (*Anguilla anguilla* L.). Comp Biochem Physiol, 72C: 141-144

MacAvoy SE, Zaepfel RC (1997) Effects of tricaine methanesulphonate (MS-222) on hematocrit: First field measurements on blacknose dace. Trans Am Fish Soc, 126: 500-503

Malmstrøm T, Salte R, Gjøen HM, Linseth A (1993) A practical evaluation of metomidate and MS-222 as anaesthetics for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Aquaculture, 113: 331-338

Marking LL, Meyer FP (1985) Are better anaesthetics needed in fisheries? Fisheries, 10: 2-5

Massee KC, Rust MB, Hardy RW, Stickney RR (1995) The effectiveness of tricaine, quinaldine sulfate and metomidate as anesthetics for larval fish. Aquaculture, 134: 351-359

Mattson NS, Riple TH (1989) Metomidate, a better anesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocaine, MS-222, chlorobutanol and phenoxyethanol. Aquaculture, 83: 89-94

Milton P, Dixon RN (1980) Further studies of the effects of the anaesthetic quinaldine on the physiology of the intertidal teleost *Blennius pholis*. J Mar Biol Assoc, 60: 1043-1051

Morton WE (1990) Occupational phenoxyethanol neurotoxicity: a report of three cases. J Occup Med, 32: 42-45

Munday PL, Wilson SK (1997) Comparative efficacy of clove oil and other chemicals in anaesthetization of *Pomacentrus amboinensis*, a coral reef fish. J Fish Biol, 51: 931-938

Myszkowski L, Kaminski R, Wolnicki J (2003) Response of juvenile tench *Tinca tinca* (L.) to the anaesthetic 2-phenoxyethanol. J Appl Ichthyol, 19: 142-145

Ohr EA (1976) Tricaine methanesulfonate - I. pH and its effects on anesthetic potency. Comp Biochem Physiol, 54C: 13-17

Oikawa S, Takeda T, Itazawa Y (1994) Scale effects of MS-222 on a marine teleost, porgy *Pagrus major*. Aquaculture, 121: 369-379

Ortuño J, Esteban MA, Meseguer J (2002α) Effects of four anaesthetics on the innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish Shellfish Immunol, 12: 49-59

Ortuño J, Esteban MA, Meseguer J (2002β) Effects of phenoxyethanol on the innate immune system of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) exposed to crowding stress. Vet Immunol Immunopath, 89: 29-36

Peake S (1998) Sodium bicarbonate and clove oil as potential anesthetics for nonsalmonid fishes. North Am J Fish Manage, 18: 919-924

Pickering AD (1998) Stress responses of farmed fish. In: Biology of Farmed Fish. (eds KD Black & AD Pickering), Sheffield Academic Press, Sheffield, pp 222-255

Prince A, Powell C (2000) Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. North Am J Fish Manage, 20: 1029-1032

Pucéat M, Garin D, Fréminet A (1989) Inhibitory effect of anaesthesia with 2-phenoxyethanol as compared to MS222 on glucose release in isolated hepatocytes from rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp Biochem Physiol, 94A: 221-224

Reinitz GL, Rix J (1977) Effect on tricaine methanesulfonate (MS-222) on hematocrit values in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp Biochem Physiol, 56C: 115-116

Sado EK (1985) Influence of the anaesthetic quinaldine on some tilapias. Aquaculture, 46: 55-62

Sandodden R, Finstad B, Iversen M (2001) Transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): anaesthesia and recovery. Aquacult Res, 32: 87-90

Small BC (2003) Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, 218: 177-185

Smit GL, Hattingh J (1979) Anaesthetic potency of MS 222 and neutralized MS 222 as studied in three freshwater fish species. Comp Biochem Physiol, 62C: 237-241

Smit GL, Hattingh J, Burger AP (1979) Haematological assessment of the effects of the anesthetic MS 222 in natural and neutralized form in three freshwater fish species: interspecies differences. J Fish Biol, 15: 633-643

Smith DA, Smith SA, Holladay SD (1999) Effect of previous exposure to tricaine methanesulfonate on time to anesthesia in hybrid tilapias. J Aquat Anim Health, 11: 183-186

Soivio A, Nyholm K, Huhti M (1977) Effects of anaesthesia with MS 222, neutralized MS 222 and benzocaine on the blood constituents of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J Fish Biol, 10: 91-101

Soto CG, Burhanuddin S (1995) Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). Aquaculture, 136: 149-152

Stehly GR, Gingerich WH (1999) Evaluation of AQUI-S™ (efficacy and minimum toxic concentration) as a fish anaesthetic/sedative for public aquaculture in the United States. Aquacult Res, 30: 365-372

Stoskopf M (1993) Anaesthesia. In: Aquaculture for Veterinarians: Fish Husbandry and Medicine. (ed L Brown), Pergamon Press, Oxford, pp 161-167

Summerfelt RC, Smith LS (1990) Anesthesia, surgery and related techniques. In: Methods for Fish Biology. (eds CB Schreck & PB Moyle), American Fisheries Society Press, Bethesda, pp 213-272

Svendsen YS, Haug T (1991) Effectiveness of formalin, benzocaine and hypo- and hypersaline exposures against adults and eggs of *Entobdella hippoglossi* (Müller), an ectoparasite on Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Laboratory studies. Aquaculture, 94: 279-289

Sylvester JR (1975) Factors influencing the efficacy of MS-222 to striped mullet (*Mugil cephalus*). Aquaculture, 6: 163-169

Sylvester JR, Holland LE (1982) Influence of temperature, water hardness and stocking density on MS-222 response in three species of fish. Prog Fish-Cult, 44: 138-141

Tort L, Puigcerver M, Crespo S, Padrós F (2002) Cortisol and haematological response in sea bream and trout subjected to the anaesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. Aquacult Res, 33: 907-910

Wagner E, Arndt R, Hilton B (2002) Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. Aquaculture, 211: 353-366

Wagner GN, Singer TD, McKinley RS (2003) The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquacult Res, 34: 1139-1146

Walsh CT, Pease BC (2002) The use of clove oil as an anaesthetic for the longfinned eel, *Anguilla reihardtii* (Steindachner). Aquacult Res, 33: 627-635

Waterstrat PR (1999) Induction and recovery from anesthesia in channel catfish *Ictalurus punctatus* fingerlings exposed to clove oil. J World Aquacult Soc, 30: 250-255

Weyl O, Kaiser H, Hecht T (1996) On the efficacy and mode of action of 2-phenoxyethanol as an anaesthetic for goldfish, *Carassius auratus* (L.), at different temperatures and concentrations. Aquacult Res, 27: 757-764