

文章编号: 1674 - 5566(2016)02 - 0177 - 06

MS-222、丁香酚对刀鲚幼鱼的麻醉效果

严银龙^{1,2}, 施永海^{1,2}, 张海明^{1,2}, 徐嘉波^{1,2}, 刘永士^{1,2}

(1. 上海市水产研究所, 上海 200433, 2. 上海市水产技术推广站, 上海 200433)

摘要: 研究了 MS-222、丁香酚 2 种麻醉剂对人工繁养刀鲚 (*Coilia nasus* Schlegel) 幼鱼的麻醉效果, 探索了 2 种麻醉剂在安全浓度下麻醉后刀鲚幼鱼暴露在空气中的时间, 并运用该 2 种麻醉剂的适宜剂量对刀鲚幼鱼进行了运输实验。麻醉实验表明: (1) 理想 MS-222 浓度为 150 mg/L, 理想丁香酚麻醉剂浓度为 30 mg/L; (2) 经 MS-222 浓度为 150 mg/L 深度麻醉后, 适宜的暴露在空气中的时间应 < 4 min; 经丁香酚浓度为 30 mg/L 深度麻醉后, 适宜的在空气中的时间应 < 5 min; (3) 养殖长江刀鲚幼鱼采用 30 mg/L MS-222 和 8 mg/L 丁香酚分别麻醉后, 其复苏率和 48 h 内的成活率均达到 100%, 与各自对照组存在明显差异 ($P < 0.05$)。

关键词: 刀鲚; 幼鱼; MS-222; 丁香酚; 麻醉效果

中图分类号: S 917 **文献标志码:** A

长江刀鲚 (*Coilia nasus* Schlegel) 隶属于鲱形目 (Clupeiformes)、鲱科 (Engraulidae)、鲱属 (*Coilia*), 俗称刀鱼。主要分布于我国黄渤海和东海一带, 通海的江河如长江、钱塘江等均能见到。其以肉质细嫩, 味道鲜美而著称, 为享有“长江三鲜”美誉之一的名贵洄游性经济鱼类。近几年来, 由于过度捕捞、环境污染等诸多因素的影响, 长江刀鲚资源急剧衰退, 而市场需求却有增无减, 甚至到了有价无市的窘境。目前, 国内一些科研院校和生产单位正在研究长江刀鲚的灌江纳苗和人工繁殖技术^[1-3], 通过人工繁殖和池塘养殖来进行增殖放流, 修复自然资源。

刀鲚性情暴躁, 对噪音、闪光、人工操作等应激反应强烈, 鳞片极易脱落, “离水即死”等问题导致测量、鱼苗捕捞、运输都比较困难, 影响刀鲚的科研与养殖推广。麻醉剂在国内外被广泛应用于人工催产、测量、标记、运输等渔业研究和生产中, 在降低鱼类对人工操作、运输等应激反应有很好的作用。麻醉剂的种类很多, 近年来国内外应用于水产上的麻醉剂有 MS-222、丁香酚、苯

佐卡因等。廖国璋和庞世勋^[4]将 MS-222 用于野生中国鲟采捕后的运输, 使其成活率大大提高, 而不用麻醉剂运输会导致中国鲟全部死亡。杜浩等^[5]将 MS-222、丁香油和苯佐卡因用于对养殖美洲鲟幼鱼的麻醉研究, 使用麻醉剂后, 使美洲鲟幼鱼运输成活率提高, 且能进行测量等操作。黄洪贵等^[6]将丁香酚用于对倒刺鲃幼鱼的麻醉实验, 结果提高了运输成活率, 并为采样、测量提供了保证。

由于野生捕捞长江刀鲚离水即死, 未见麻醉剂在长江刀鲚采样、测量、标记、运输等方面的应用研究报道。随着长江刀鲚人工繁育技术的突破^[3]以及人工养殖研究^[2]的深入开展, 麻醉剂在长江刀鲚采样、测量、标记、运输等方面的应用研究显得较为重要。

本文采用 MS-222、丁香酚对养殖长江刀鲚幼鱼开展相关麻醉效果研究, 旨在探索: (1) 2 种麻醉剂在不同浓度下对养殖长江刀鲚幼鱼的麻醉效果, 以期获得最佳麻醉效果的基础数据; (2) 在 2 种麻醉剂安全浓度下麻醉后的养殖长江刀鲚幼

收稿日期: 2015-03-18 修回日期: 2015-06-06

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目 [沪农科种字 (2014) 第 4 号]; 科技部与上海市共同推进重大任务科研专项 (12DZ1909302); 上海市科学技术委员会重点科技攻关项目 (15391901000); 上海长江口主要经济水生动物人工繁育工程技术研究中心项目 (13DZ2251800)

作者简介: 严银龙 (1964—), 男, 高级工程师, 研究方向为水产养殖、水产苗种繁育技术。E-mail: yinlongyan@163.com

通信作者: 施永海, E-mail: yonghais@163.com

鱼暴露在空气中的时间,以期为长江刀鲚幼鱼采样的可操作性提供参考;(3)用于长途运输的适宜剂量,以期提高长江刀鲚幼鱼运输的成活率。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验鱼

采用2013年5月在上海市水产研究所苗种技术中心人工繁殖培育成的一龄长江刀鲚幼鱼,体质量为2.5~3.0 g,体长为85~110 mm。实验鱼暂养于6 000 mm×2 500 mm×1 200 mm的水泥池内。

1.1.2 实验用麻醉剂

MS-222(上海晶纯生化科技股份有限公司)为白色粉末,易溶于水;丁香酚(上海晶纯生化科技股份有限公司)为橘黄色的油状液体,有浓重的香味,难溶于水,使用时先按1份丁香酚溶于5倍体积的无水乙醇后,再溶于水配成母液,现配现用。

1.1.3 实验条件

实验温度控制采用空气能制冷制热设备(广东美的暖通设备有限公司生产)。

1.2 方法

1.2.1 两种麻醉剂在不同浓度下对长江刀鲚幼鱼的麻醉效果

经麻醉预实验,确定实验麻醉剂浓度梯度。不同浓度的麻醉剂对长江刀鲚幼鱼的麻醉实验,温度(25.0±0.5)℃条件下,MS-222麻醉剂浓度梯度设置为10、20、30、40、50、60、80、100、120、150和200 mg/L;丁香酚麻醉剂浓度梯度设置为5、10、15、20、25、30、35和40 mg/L。每个实验组实验鱼为5尾,每个实验组设平行实验3组。

实验前先将长江刀鲚幼鱼停食24 h,再将实验鱼分别放入不同浓度的麻醉溶液中,仔细观察鱼的活动状态,过一定时间后,将麻醉鱼捞出放入清水中进行苏醒复苏,测定麻醉所需的时间和复苏所需的时间。

1.2.2 空气中的暴露时间对深度麻醉鱼体复苏的影响

在空气中暴露时间对深度麻醉鱼体复苏的影响:将经120 mg/L MS-222深度麻醉的长江刀鲚幼鱼暴露在空气中2、3、4和5 min后放回清水

中,记录鱼体复苏所需时间和复苏率;经30 mg/L丁香酚深度麻醉的长江刀鲚幼鱼暴露在空气中3、5、7和10 min后放回清水中,记录鱼体复苏所需时间和复苏率。每个时间实验组各为10尾实验鱼,实验温度为(25.0±0.5)℃。

1.2.3 麻醉运输实验

依据麻醉浓度实验结果,设置浓度为30 mg/L的MS-222和8 mg/L的丁香酚进行塑料袋充氧密闭运输实验,每种麻醉剂实验设3个平行组,每组放入5尾实验鱼;对照组未放麻醉剂。在(25±0.5)℃的条件下,充氧密闭的塑料袋漂浮在水泥池内,每隔1小时观察实验鱼的游动状态和鱼体情况。将塑料袋漂在水中模拟活水车运输12 h后放回清水中,观察长江刀鲚幼鱼复苏状态和48 h内的成活情况。

2 结果

2.1 长江刀鲚幼鱼麻醉阶段和复苏阶段的行为

在2种不同麻醉剂作用下,长江刀鲚幼鱼在麻醉和苏醒复苏阶段有明显不同的行为特征,见表1。据此可以区分不同的麻醉和复苏阶段。将实验鱼放入麻醉容器内,开始长江刀鲚幼鱼有冲撞袋壁的行为,经过一段时间的麻醉,幼鱼对外界刺激的能力降低,冲撞袋壁的行为能力减少,但鱼体仍然能头朝下正常游动(A1阶段);接着鱼体失去平衡,头朝上,时而有翻肚的游动(A2阶段);进而幼鱼会停止游动,侧躺于袋底,不再连续性游动(A3阶段),这种状态被认为是鱼体进入麻醉状态。随着麻醉剂浓度的升高,幼鱼鳃盖张合停止,麻醉鱼停止呼吸(A4阶段),这种阶段为深度麻醉状态。经过一定时间的麻醉后,将停止呼吸的幼鱼放入清水中进行复苏,一段时间后幼鱼恢复呼吸(R1阶段),接着在没有恢复平衡情况下,鱼体开始游动(R2阶段);此后身体平衡恢复,对外界反应恢复(R3阶段);行为完全恢复正常,头朝下尾巴朝上游动(R4阶段)。

2.2 麻醉剂的麻醉效果

在水温(25±0.5)℃时,当MS-222麻醉剂浓度为5、10、20、30和40 mg/L和丁香酚麻醉剂浓度为5和8 mg/L时,长江刀鲚幼鱼在12 h内都未能达到深度麻醉,仅能不同程度地起到镇静和麻醉作用。

表 1 麻醉及复苏各阶段实验鱼的行为状况

Tab.1 Anaesthetic stages, recovery stages, and behavior characteristic of *Coilia nasus* Schlegel young fish

麻醉阶段 stages of anaesthesia	行为特征 exhibited behaviors
0	对外界刺激反应明显,鳃盖张合频率及游动正常
A1	对外界刺激反应能力降低,鳃盖张合频率降低,身体平衡性较好,游动缓慢
A2	除强刺激外对外界反应能力弱,鳃盖有规律地缓慢张合,鱼体失去平衡
A3	完全失去平衡能力,鳃盖张合微弱没有规律,鱼体不再持续游动
A4	鱼体躺在底部,鳃盖张合停止
复苏阶段 stages of anabiosis	行为特征 exhibited behaviors
R1	开始恢复鳃盖张合
R2	鱼体躺在底部,开始断断续续游动,身体平衡性没有恢复
R3	鱼体游动自如,身体平衡完全恢复,对外界反应恢复
R4	行为完全恢复正常

MS-222 麻醉剂浓度为 50、60、80、100、120、150、200 mg/L 和丁香酚麻醉剂浓度为 10、15、20、25、30、35、40 mg/L 时,都能达到深度麻醉作用,随麻醉剂浓度的升高而麻醉速度加快,待实验鱼停止呼吸后,及时捞出放入清水中复苏,实验鱼经过鳃盖张合,恢复呼吸到腹部朝上间歇游动,随着呼吸正常到身体平衡游动,最后到完全平衡,长江刀鲚幼鱼头朝下尾巴朝上,盯着池底和池壁结合处自然游动。

当 MS-222 浓度 50 ~ 150 mg/L 时,在 30 min 内进入 A4 阶段,将实验鱼放入清水后,在 3 min 内都能复苏到 R4 阶段,见表 2。通过回归计算,MS-222 浓度与麻醉所需时间的相关关系式为: $y = 278983x^{-2.3129}$, $R^2 = 0.9763$ ($P < 0.01$),见图 1。

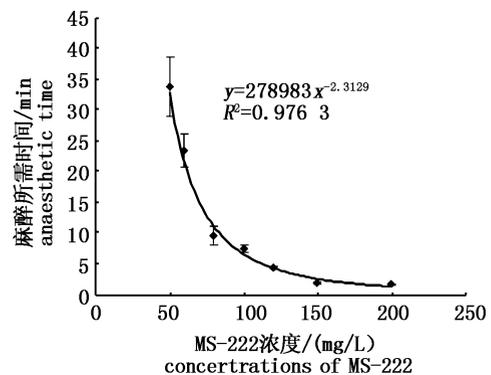
表 2 不同浓度 MS-222 对长江刀鲚幼鱼麻醉效果 (25.0 °C ± 0.5 °C)

Tab.2 The anaesthetic effect of different concentrations of MS-222 on *Coilia nasus* Schlegel young fish

MS-222 浓度/(mg/L) concentration of MS-222	麻醉所 需时间/min anaesthetic time	复苏所 需时间/min recovery time	复苏率/% anabiosis rate
10	-	-	100
20	-	-	100
30	轻度镇静	-	100
40	轻度镇静	-	100
50	33.76 ± 4.81 ^a	3.17 ± 0.22 ^a	100
60	23.21 ± 2.66 ^b	2.35 ± 1.40 ^{ab}	100
80	9.51 ± 1.55 ^c	1.91 ± 0.25 ^b	100
100	7.42 ± 0.56 ^{cd}	1.27 ± 0.22 ^b	100
120	4.44 ± 0.22 ^{de}	1.58 ± 0.32 ^b	100
150	1.89 ± 0.25 ^e	1.96 ± 0.39 ^b	100
200	1.65 ± 0.15 ^e	2.05 ± 0.76 ^{ab}	80

注:不同小写字母标记的值表示差异显著 ($P < 0.05$),表 3、4 同。
Note: Different letters indicate significantly different ($P < 0.05$), the same in fig. 3, 4.

MS-222 浓度与复苏所需时间的相关关系式为: $y = 0.0004x^2 - 0.0974x + 6.8128$, $R^2 = 0.9425$ ($P < 0.05$)。

图 1 MS-222 浓度与麻醉所需时间拟合曲线
Fig. 1 Fit curve between different concentrations of MS-222 and anaesthetic time

当丁香酚浓度高于 10 mg/L 时,在 30 min 内进入 A4 阶段,将实验鱼放入清水后,在 6 min 内都能复苏到 R4 阶段,见表 3。通过回归计算,丁香酚浓度与麻醉所需时间的相关关系式为: $y = 898.73x^{-1.6423}$, $R^2 = 0.9706$ ($P < 0.01$),见图 2。各丁香酚浓度组复苏所需时间无显著性差异 ($P > 0.05$)。

2.3 在空气中不同暴露时间对深度麻醉鱼体复苏的影响

在水温 (25 ± 0.5) °C 时,经麻醉剂浓度为 150 mg/L 的 MS-222 深度麻醉后,及时取出长江刀鲚幼鱼放在湿毛巾上,在空气中暴露 2、3、4 和 5 min 后,将麻醉的长江刀鲚幼鱼放入清水中复苏,暴露 2、3 和 4 min 后的长江刀鲚幼鱼在 2 ~ 3 min 内都能复苏,复苏所需时间存在显著性差异

表3 不同浓度丁香酚对长江刀鲚幼鱼麻醉效果(25.0℃±0.5℃)

Tab.3 The anaesthetic effect of different concentrations of eugenol on *Coilia nasus* Schlegel young fish

丁香酚浓度/(mg/L) concentration of eugenol	麻醉所需时间/min anaesthetic time	复苏所需时间/min recovery time	复苏率/% anabiosis rate
5	-	-	100
8	轻度镇静	-	100
10	24.38 ± 7.26 ^a	3.91 ± 1.47	100
15	8.95 ± 1.77 ^b	4.06 ± 0.71	100
20	6.00 ± 0.93 ^{bc}	4.53 ± 1.02	100
25	4.75 ± 1.51 ^{bc}	3.02 ± 1.14	100
30	2.89 ± 0.59 ^c	3.46 ± 0.82	100
35	2.66 ± 0.70 ^c	5.47 ± 0.55	100
40	2.49 ± 0.21 ^c	5.12 ± 0.46	100

($P < 0.05$),但暴露 5 min 以上的长江刀鲚幼鱼未能复苏(表4)。经麻醉剂浓度为 30 mg/L 的丁香酚深度麻醉后的幼鱼,及时取出长江刀鲚幼鱼放在湿毛巾上,在空气中暴露 3、5、7 和 9 min 后,

将麻醉的长江刀鲚放入清水中复苏,暴露 3、5 和 7 min 后的长江刀鲚幼鱼在 4.5 ~ 6.5 min 内都能复苏,在空气中暴露 3 和 5 min 复苏所需时间无显著性差异($P > 0.05$),但与空气中暴露 7 min 复苏所需时间存在显著性差异($P < 0.05$),但暴露 9 min 以上的长江刀鲚幼鱼未能复苏(表4)。

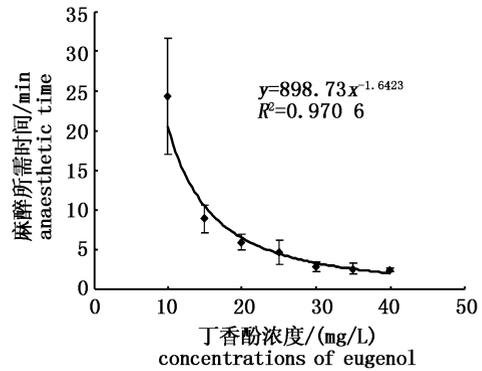


图2 丁香酚浓度与麻醉所需时间拟合曲线

Fig.2 Fit curve between different concentrations of eugenol and anaesthetic time

表4 空气中暴露时间对长江刀鲚鱼种复苏的影响

Tab.4 The effects of different exposure time in air on *Coilia nasus* Schlegel young fish recovery

麻醉剂 anesthetic	浓度/(mg/L) concentration	空气中暴露时间/min exposure time in air	复苏所需时间/min recovery time	复苏率/% anabiosis rate
MS-222	150	2	1.10 ± 0.11 ^a	100
		3	1.99 ± 0.59 ^b	100
		4	2.90 ± 0.28 ^c	100
		5	-	0
丁香酚 eugenol	30	3	4.20 ± 0.80 ^a	100
		5	5.05 ± 0.94 ^a	100
		7	6.46 ± 0.67 ^b	100
		9	-	0

2.4 运输实验

在水温(25 ± 0.5)℃下,利用 30 mg/L 的 MS-222 和 8 mg/L 的丁香酚来麻醉养殖长江刀鲚幼鱼实验显示,实验鱼体色正常,鳞片未见明显脱落,游动自如,经 48 h 暂养的成活率达到 100%。而未加入麻醉剂的对照组,长江刀鲚幼鱼应激反应强烈,冲撞袋壁,有明显的鳞片脱落现象,鱼体色发白,游动迟钝,嘴唇充血,部分死亡,放入清水后实验鱼游动不正常,经 48 h 暂养的平均成活率为 40% (图3)。

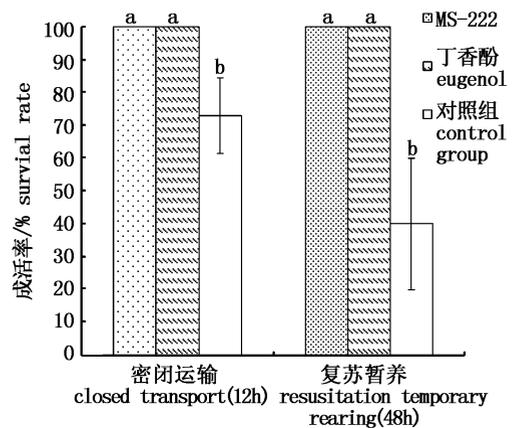


图3 运输实验成活率

Fig.3 Survival rates of transport test

不同字母表示同一组处理间存在显著差异($P < 0.05$)。Different letters indicate there was a significant difference in the same treatment($P < 0.05$)。

3 讨论

当麻醉剂浓度较高时(MS-222 > 100 mg/L、丁香酚 > 25 mg/L),会使养殖长江刀鲚幼鱼很快麻醉至鳃盖停止运动(A4 阶段),进入深度麻醉状态。及时将鱼放入清水中复苏,鱼即可恢复鳃盖张合(R1 阶段),直至完全复苏(R4 阶段)。

当 MS-222 浓度为 120、150 和 200 mg/L 时,随着浓度的增加,麻醉所需时间减少,但差异不显著($P > 0.05$);复苏所需时间增加,但差异不显著($P > 0.05$),见表 2。MS-222 浓度达到 200 mg/L 时,复苏率出现下降。当丁香酚浓度为 30、35 和 40 mg/L 时,其对野生长江刀鲚的作用效果与 MS-222 相似。随着麻醉剂浓度的增加,鱼体的入麻时间差异并不显著,这一现象 HOSKONEN^[7]与刘长琳等^[8]也曾报道过。参照 MARKING 和 MEYER^[9]的观点“可使被麻醉动物 3 min 之内麻醉,并在 5 min 内苏醒的浓度是理想的麻醉剂浓度,定义理想 MS-222 浓度为 150 mg/L,理想丁香酚麻醉剂浓度为 30 mg/L。

开展在空气中不同暴露时间对深度麻醉鱼体复苏影响的研究,其研究结果主要应用于长江刀鲚的采样、测量等。结合表 4,并综合 MARKING 和 MAYER^[9]的观点,经 MS-222 浓度为 150 mg/L 的深度麻醉后,适宜的暴露在空气中的时间应 < 4 min,经丁香酚浓度为 30 mg/L 的深度麻醉后,适宜的暴露在空气中的时间应 < 5 min。两者适宜暴露在空气中的时间差异并不明显。赵艳丽等^[10]指出,应用 MS-222 作为麻醉剂,鱼体残留物中含有间氨基苯酸、乙醇、甲烷、磺酸盐及其化合物,而丁香酚作为一种天然的植物香料,代谢物能够快速地从血液和组织中排出,不会诱发机体产生有毒和突变物质。同时,考虑到 MS-222 价格较贵,丁香酚价格便宜,使用浓度丁香酚远低于 MS-222,在长江刀鲚的采样、测量等方面,选用丁香酚较为适宜。

运输过程中使用麻醉剂能够降低鱼体的新陈代谢,减少伤害,提高运输成活率^[11-12]。养殖长江刀鲚幼鱼采用 30 mg/L 的 MS-222 和 8 mg/L 的丁香酚分别麻醉后,其复苏率和 48 h 内的成活率均达到 100%,与各自对照组间存在明显差异。结果表明,MS-222 和丁香酚均可作为养殖长江刀鲚幼鱼运输的一种安全实用的麻醉剂。此外,由

于麻醉运输采用密闭塑料袋,降低了丁香酚的挥发率,避免出现因有效浓度挥发而造成复苏的现象,因此在实际应用中,使用浓度较低的丁香酚较有优势。

与 MS-222 和丁香酚对其他鱼类幼鱼的适宜麻醉浓度相比,较为相近的为许氏平鲈幼鱼(MS-222, 100 mg/L)^[13]和斑点叉尾鲴幼鱼(丁香酚, 27 mg/L)^[14],差异较大的为施氏鲟幼鱼(MS-222, 55 mg/L)^[15]。当然,这些幼鱼在体重方面并不完全相同,同时除鱼体大小、体重以外还有其他因素影响麻醉剂对鱼类的麻醉效果,如水温、盐度、pH 等,这些均有待继续进行深入研究。

参考文献:

- [1] 张呈祥,陈平,郑金良. 长江刀鲚灌江纳苗与养殖[J]. 科学养鱼, 2006(7): 26.
ZHANG C X, CHEN P, ZHENG J L. Flood-in fry from the river and culture of *Coilia nasus* [J]. Scientific Fish Farming, 2006(7): 26.
- [2] 施永海,张根玉,严银龙,等. 一种长江刀鲚室内水泥池养殖技术: 中国, 201110303927 [P]. 2014-04-10.
SHI Y H, ZHANG G Y, YAN Y L, et al. A method of *Coilia nasus* culture in indoor concrete ponds: China, 201110303927.9 [P]. 2013-07-02.
- [3] 张根玉,张海明,施永海,等. 一种长江刀鲚室内集约化人工育苗技术: 中国, 201110303942 [P]. 2013-04-10.
ZHANG G Y, ZHANG H M, SHI Y H, et al. A method of *Coilia nasus* indoor intensive artificial breeding: China, 201110303942.3 [P]. 2014-07-02.
- [4] 廖国璋,庞世勋. MS-222 麻醉剂在鱼类运输中的应用[J]. 广东科技, 1998(1): 26-27.
LIAO G Z, PANG S X. The application of anesthetic on fish transportation [J]. Guangdong Science and Technology, 1998(1): 26-27.
- [5] 杜浩,危起伟,杨德国,等. MS-222、丁香油、苯唑卡因对养殖美洲鲈幼鱼的麻醉效果[J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(1): 20-26.
DU H, WEI Q W, YANG D G, et al. Anaesthetic effects of MS-222, clove oil and benzocaine on cultured American shad *Alosa sapidissima* fingerlings [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2007, 22(1): 20-26.
- [6] 黄洪贵,黄柳婷,胡振禧,等. 丁香酚对倒刺鲃幼鱼麻醉效果的研究[J]. 水产科技情报, 2009, 36(4): 157-160.
HUANG H G, HUANG L T, HU Z X, et al. Anesthetic effect of eugenol on *Spinibarbus denticulatus* juvenile fish [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2009, 36(4): 157-160.

- [7] HOSKONEN P, PIRHONEN J. Temperature effects on anaesthesia with clove oil in six temperate-zone fishes[J]. *Journal of Fish Biology*, 2004, 64(4): 1136–1142.
- [8] 刘长琳, 李继强, 陈四清, 等. 丁香酚麻醉半滑舌鳎成鱼的试验研究[J]. *海洋水产研究*, 2007, 28(3): 50–56.
LIU C L, LI J Q, CHEN S Q, et al. Study on the anaesthetic effects of clove oil on adult *Cynoglossus semillaevus* Günther[J]. *Marine Fisheries Research*, 2007, 28(3): 50–56.
- [9] MARKING L L, MEYER F P. Are better anesthetics needed in fisheries[J]. *Fisheries*, 1985, 10(6): 2–5.
- [10] 赵艳丽, 杨先乐, 黄艳平, 等. 丁香酚对大黄花鱼麻醉效果的研究[J]. *水产科技情报*, 2002, 29(4): 163–165.
ZHAO Y L, YANG X L, HUANG Y P, et al. Study on the effect of eugenol on anaesthesia in large yellow croaker *Pseudosciaena crocea* [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 2002, 29(4): 163–165.
- [11] COYLE S D, DURBOROW R M, TIDWELL J H. Anesthetics in aquaculture[R]. SRAC Publication No. 3900, 2004.
- [12] COOKE S J, SUSKI C D, OSTRAND K G, et al. Behavioral and physiological assessment of low concentrations of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass (*Micropterus salmoides*) [J]. *Aquaculture*, 2004, 239(1/4): 509–529.
- [13] 官曙光, 关键, 刘洪军, 等. MS-222 麻醉许氏平鲷幼鱼的初步研究[J]. *海洋科学*, 2011, 35(5): 100–105.
GUAN S G, GUAN J, LIU H J, et al. Anesthetic effect of MS-222 on juveniles of *Sebastes schlegeli* [J]. *Marine Sciences*, 2011, 35(5): 100–105.
- [14] 匡刚桥, 李萍, 郑曙明, 等. 丁香酚对斑点叉尾鲷幼鱼的麻醉效果[J]. *四川动物*, 2010, 29(5): 584–587.
KUANG G Q, LI P, ZHENG S M, et al. Anaesthesia effects of eugenol on juvenile channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2010, 29(5): 584–587.
- [15] 陈细华, 朱永久, 刘鉴毅, 等. MS-222 对中华鲟和施氏鲟的麻醉试验[J]. *淡水渔业*, 2006, 36(1): 39–42.
CHEN X H, ZHU Y J, LIU J Y, et al. Anesthetic trials of MS-222 on sturgeons, *Acipenser sinensis* and *A. schrenckii* [J]. *Freshwater Fisheries*, 2006, 36(1): 39–42.

The anesthetic effect of MS-222 and eugenol on *Coilia nasus* Schlegel juvenile fish

YAN Yinlong^{1,2}, SHI Yonghai^{1,2}, ZHANG Haiming^{1,2}, XU Jiabo^{1,2}, LIU Yongshi^{1,2}

(1. Shanghai Fisheries Research Institute, Shanghai 200433, China; 2. Shanghai Fisheries Technical Extension Station, Shanghai 200433, China)

Abstract: The anesthetic effect of MS-222 and eugenol on *Coilia nasus* Schlegel juvenile fish was investigated. The exposure time in air of juvenile fish was determined under the safe concentrations of the two anesthetics. The transport test of young fish was conducted by using the suitable concentration of the two anesthetics. The results indicated: (1) The suitable concentrations of MS-222 and eugenol were 150 mg/L and 30 mg/L, respectively. (2) The suitable exposure time in air was below 4 min after the deep anesthesia at the MS-222 concentration of 150 mg/L, the suitable exposure time in air was below 5 min after the deep anesthesia at the eugenol concentration of 30 mg/L. (3) The recovery rate and survival rate of the cultural *Coilia nasus* Schlegel young fish were both 100% after treating with 30 mg/L MS-222 and 8 mg/L eugenol, respectively. There were significant differences between test group and the control both in MS-222 and eugenol, respectively ($P < 0.05$).

Key words: *Coilia nasus* Schlegel; young fish; MS-222; eugenol; anesthetic effect