

MS-222 麻醉许氏平鲷幼鱼的初步研究

官曙光, 关 健, 刘洪军, 郑永允, 刘梦侠, 高 翔, 于道德, 张 伟

(山东省海水养殖研究所, 山东 青岛 266002)

摘要: 研究和评估了使用不同浓度 MS-222 麻醉不同规格许氏平鲷(*Sebastes schlegeli*)幼鱼的效果。根据行为特征可将幼鱼的麻醉程度分为 6 个时期, 复苏过程分为 4 个时期。幼鱼达到 IV 期麻醉之前呼吸频率略微增加, 达到 IV 期麻醉时呼吸频率较明显下降。低浓度 MS-222 对许氏平鲷幼鱼的呼吸频率影响较小, 在质量浓度 20~80 mg/L 的 MS-222 液中 3 个规格的幼鱼呼吸频率较对照无显著差异; 幼鱼在高质量浓度 MS-222 液(≥ 100 mg/L)中呼吸频率显著下降, 甚至停止呼吸进入休克状态。浓度越高, 幼鱼入麻时间越短, 复苏用时越长; 幼鱼个体规格越大, 需麻醉时间越长, 复苏用时也越长。MS-222 麻醉全长 28.5~95.0 mm 许氏平鲷幼鱼的最佳质量浓度为 80~100 mg/L。鱼体麻醉与死亡时刻间隔很短, 达到 IV 期麻醉后应立即进行复苏, 否则会导致鱼体死亡。

关键词: 许氏平鲷(*Sebastes schlegeli*); MS-222; 麻醉

中图分类号: S965.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)05-0100-06

许氏平鲷(*Sebastes schlegeli*)俗称黑鲷、黑头, 英文名 Schlegel's black rockfish 或 sting fish, 属硬骨鱼纲 (Osteichthys), 鲷形目 (Scorpaeniformes), 鲷科 (Scorpaenidae), 平鲷属 (*Sebastes*)^[1], 为近海喜礁石性底层鱼类, 分布于北太平洋西部, 中国渤海、黄海和东海均有分布。许氏平鲷个体较大、肉质细腻, 口感上乘, 其苗种来源广、抗病力较强、耐低温, 是重要的网箱养殖鱼种。许氏平鲷生性活泼, 离水后挣扎跳跃强烈, 且背鳍、臀鳍、鳃盖上均有尖利的棘刺, 极易互相刺伤, 同时也会对操作人员带来伤害, 给运输、分选、注射和个体标记等操作带来极大的困难。

麻醉剂的作用原理是首先抑制脑皮质(触觉丧失期), 再作用于基底神经节与小脑(兴奋期), 最后作用于脊髓(麻醉期)。过大剂量或过长的接触可深及延髓, 麻痹呼吸与血管舒缩中枢, 可导致休克并最终导致死亡^[2]。麻醉可以降低鱼体呼吸频率和需氧量, 减缓体内代谢, 减少鱼在应激条件下的挣扎跳跃, 便于进行各种生产和实验操作^[3]。目前常用的鱼类麻醉剂有 MS-222、苯氧乙醇、丁香酚、喹哪丁、盐酸苯唑卡因、尿烷、三氯乙醛等。MS-222(Tricaine methane sulfonate)为白色结晶粉末状, 分子量 161.3, 易溶于水成为无色澄清液体^[4]。因其操作方便, 又具有麻醉迅速、安全等优点, 被美国食品药品监督管理局

(Food and Drug Administration, 简称 FDA)规定为专用水产用麻醉剂^[5]。目前已经报道有使用 MS-222 麻醉美洲鲈(*Alosa sapidissima*)^[6]、斑马鱼(*Danio rerio*)^[7]、中华鲟(*Acipenser sinensis*)和施氏鲟(*Acipenser schrenckii*)^[8]、鳃鱼(*Ctalarus nebulosus*)^[9]、金鱼(*Carassius auratus*)^[10]及其他一些淡水鱼^[11]、海水鱼类成鱼^[12]的运输等研究, 但使用 MS-222 麻醉许氏平鲷幼鱼尚未见于报道。本研究使用 MS-222 对 3 个规格的许氏平鲷幼鱼进行了麻醉研究, 以期进行生产、实验操作筛选一种适宜的麻醉剂并提供可靠的使用技术参考和指导。

1 材料和方法

1.1 试验用水及麻醉操作环境

试验于 2009 年 10 月在山东烟台龙口市黄山镇烟台百佳水产有限公司进行。使用水温 25~26 °C(其时幼鱼的培育水温)的砂滤自然海水, 盐度 29~30, pH8.0~8.2, DO>6 mg/L。麻醉容器使用 20L

收稿日期: 2010-05-14; 修回日期: 2011-01-11

基金项目: 海洋公益性行业科研专项(200805069); 山东省农业良种工程

作者简介: 官曙光(1963-), 男, 山东青岛人, 硕士, 主要从事海水经济鱼类育种及增养殖研究, 电话: 0532-82655167, E-mail: shuguang63@126.com; 关健, 通信作者, 电话: 0532-82655167, E-mail: guanjian35@126.com

塑料整理箱, 海水体积 10 L。

1.2 试验鱼和麻醉剂

试验鱼为烟台百佳水产有限公司 2009 年人工繁育的许氏平鲈苗种, 分为 3 个规格组: A 组(小规格, 全长 $28.5\text{ mm}\pm 4\text{ mm}$, 平均体质量 0.39 g), B 组(中规格, 全长 $59.6\text{ mm}\pm 6\text{ mm}$, 平均体质量 3.79 g), C 组(大规格, 全长 $95.0\text{ mm}\pm 7\text{ mm}$, 平均体质量 13.1 g), 各规格选取 400 尾, 试验前停食 1 d, 随机取样用于试验, 试验使用过后放回养殖池, 不重复使用。

麻醉剂 MS-222 为 Fluka 公司生产。配制质量浓度约为 0.1 g/mL 的 MS-222 母液, 麻醉试验时按试验设计浓度将母液稀释于沙滤自然海水中。麻醉剂药液配制后 2 d 内用完。

1.3 麻醉剂对呼吸频率影响的测定

因本研究的麻醉过程中实验鱼呼吸频率变化较快, 故计数试验所设置观察时间的前后各 10s 内的鳃盖的张合次数, 使用“次/20 s”表示呼吸频率。将许氏平鲈幼鱼置于盛有 10 L 清洁海水的塑料整理箱中, 微充气, 稳定 10 min 后计数呼吸频率作为初始呼吸频率, 然后加入试验设定剂量的 MS-222 母液, 在不同麻醉时间分别测定呼吸频率。试验共设置了 7 个质量浓度梯度(20、40、60、80、100、120、150 mg/L)组和 1 个对照组, 观察时间为麻醉后 1、2、4、8、12 和 20 min; 各梯度组和对照组都设置 3 个平行, 每个平行组 10 尾试验鱼, 每次随机在各平行组中选取 3 尾, 测定呼吸频率。计算 3 个平行组共 9 个样本的数据的平均值, 作为幼鱼在该麻醉时间下的呼吸频率。

1.4 麻醉、复苏时间及麻醉剂理想浓度的测定

麻醉剂的浓度梯度同 1.3, 各梯度设 3 个平行组, 每个平行组幼鱼 10 尾, 微充气; 观察幼鱼在各浓度梯度中的行为表现, 记录其达到下列标志性麻醉状态所需的时间。然后将被麻醉的幼鱼放回到清洁海水中, 记录幼鱼复苏至正常游动所需时间及存活率。

麻醉状态: 鱼体失去平衡、侧卧水底、对外界刺激(使用玻璃棒触碰)无触觉反应。休克状态: 呼吸停止即鳃盖停止张合, 身体各部位静止不动。复苏状态: 被麻醉的个体在清洁海水中复苏, 至身体重新找回平衡、游动自如、呼吸恢复正常频率, 对刺激反应灵敏。麻醉所需时间指幼鱼被放入麻醉药物溶液开始,

达到麻醉状态所需时间; 休克时间指幼鱼被放入麻醉药物溶液开始, 达到休克状态所需时间; 复苏所需时间指自被麻醉的幼鱼转入清洁海水中开始, 达到复苏状态所需时间(参见文献[3]和[6]定义)。

参照 Marking^[13]等的观点“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”定义许氏平鲈幼鱼的理想麻醉剂浓度为: 麻醉后 3 min 幼鱼进入 IV 期麻醉状态但不发生休克; 移入清洁海水中, 麻醉鱼 5 min 内复苏且成活率为 100%。

1.5 数据统计及分析

结果表示为平均值 \pm 标准差(mean \pm std); 不同规格幼鱼、不同浓度间呼吸频率的差异, 以及入麻、休克和复苏时间使用 SPSS9.0 软件进行数据统计, 利用 ANOVA 进行差异分析, 若 $P < 0.05$ 则认为是差异显著, $P < 0.01$ 则认为是差异极显著。使用 Origin7.5 软件制图。

2 结果

2.1 不同浓度 MS-222 对许氏平鲈幼鱼呼吸频率的影响

不同浓度的 MS-222 对许氏平鲈大、中、小规格幼鱼呼吸频率的影响分别见图 1、图 2、图 3。未麻醉情况下, A 组呼吸频率为 60.9 次/20 s, 高于 B、C 组(50.2 次/20 s、49.9 次/20 s)。

A 组: 实验鱼在质量浓度 20 mg/L MS-222 液中呼吸频率与空白对照无差异($P > 0.05$); 在质量浓度 40~80 mg/L MS-222 液 1 min 后中呼吸频率下降较为明显, 但之后基本稳定; 在质量浓度 100~150 mg/L MS-222 液中呼吸频率下降很快, 呼吸频率在 MS-222 质量浓度 100、120、150 mg/L 中分别在第 20、8、4 min 降为 0, 即进入休克状态。

B 组: 质量浓度 20~100 mg/L MS-222 液中的幼鱼在麻醉 1 min 后呼吸加快, 频率高于空白对照; MS-222 质量浓度 40~100 mg/L 中的幼鱼 8 min 后呼吸下降, 略低于空白对照, 在 39~50 次/20 s 范围内; MS-222 质量浓度 120、150 mg/L 中的幼鱼, 呼吸频率发生显著下降($P < 0.01$), 并分别在 8、4min 降至 0, 进入休克状态。

C 组: 在质量浓度 20~100 mg/L MS-222 液中呼吸频率与空白对照差别不大, 仅 100 mg/L 质量浓度组在 0~2 min 发生下降, 但第 4 min 恢复到空白对照

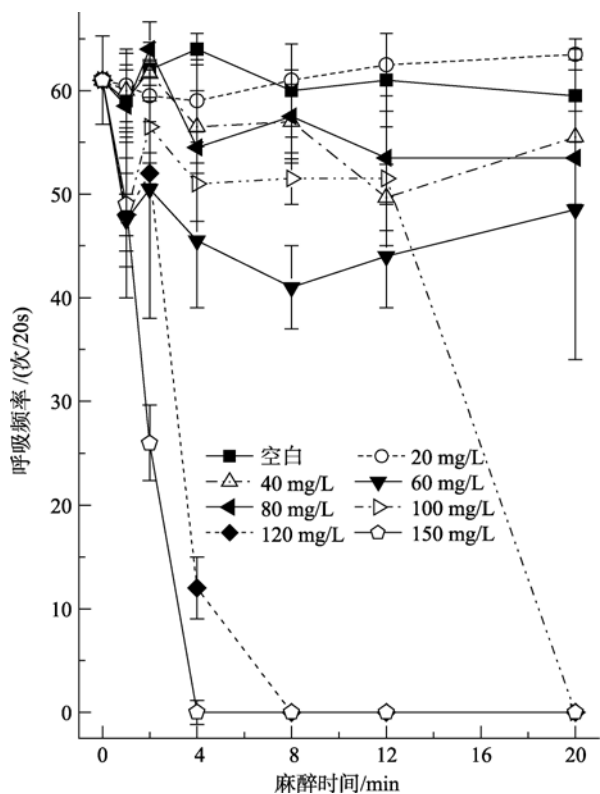


图1 不同质量浓度 MS-222 对 A 组幼鱼(全长 28.5 mm ± 4 mm)呼吸频率的影响

Fig. 1 Respiratory frequency of A group juvenile (TL=28.5 mm ± 4 mm) at different MS-222 concentrations

水平; MS-222 质量浓度 120、150 mg/L 中的幼鱼, 呼吸频率发生显著下降, 并分别在 8、2 min 降至 0, 进入休克状态。

总体上, 低浓度 MS-222 对许氏平鲷幼鱼的呼吸频率影响不大, 在质量浓度 20~80 mg/L 的 MS-222 液中 3 个规格组的幼鱼呼吸频率较空白对照差别不大; 幼鱼在高质量浓度 MS-222 液(浓度 120 mg/L) 中呼吸频率显著下降, 甚至停止呼吸发生休克。

2.2 不同浓度麻醉剂下许氏平鲷的麻醉及复苏过程

根据所观察到的幼鱼行为特征, 将许氏平鲷幼鱼的麻醉过程分为 6 个时期, 具体见表 1; 将复苏过程分为 4 个时期, 结果见表 2。3 个规格的许氏平鲷幼鱼浸浴在不同浓度 MS-222 液中 20 min 所能达到的最终麻醉程度见图 4。幼鱼浸浴的最终麻醉程度随浓度的增加而上升, B、C 组实验鱼在质量浓度 120 mg/L MS-222 液中 20 min 后达 VI 期, 而在同样时间内 A 组实验鱼在质量浓度 100 mg/L MS-222 液中即

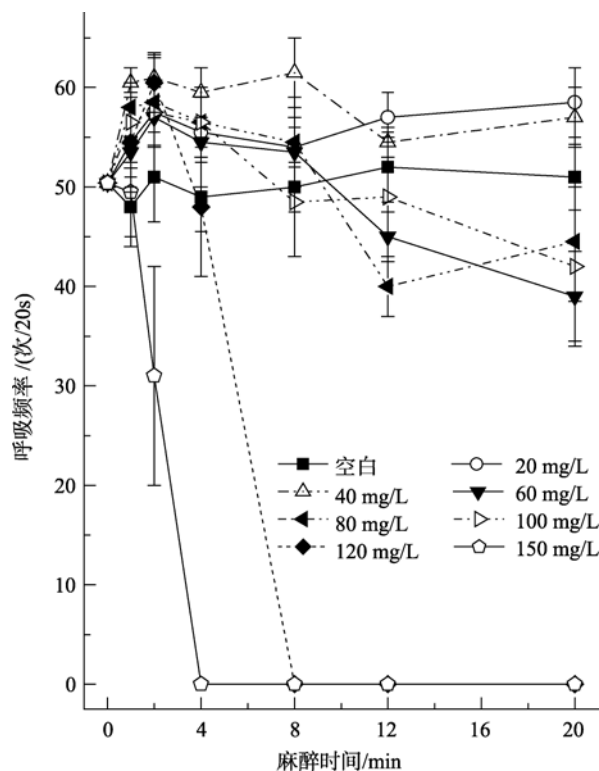


图2 不同质量浓度 MS-222 对 B 组幼鱼(全长 59.6 mm ± 6 mm)呼吸频率的影响

Fig. 2 Respiratory frequency of B group juvenile (TL=59.6 mm ± 6 mm) at different MS-222 concentrations

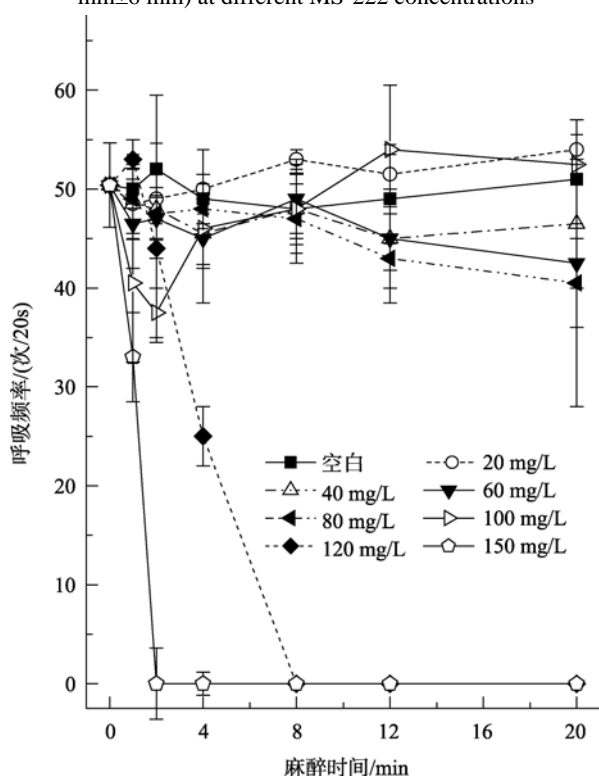


图3 不同质量浓度 MS-222 对 C 组(全长 95.0 mm ± 7 mm)幼鱼呼吸频率的影响

Fig. 3 Respiratory frequency of C group juvenile (TL=95.0 mm ± 7 mm) at different MS-222 concentrations

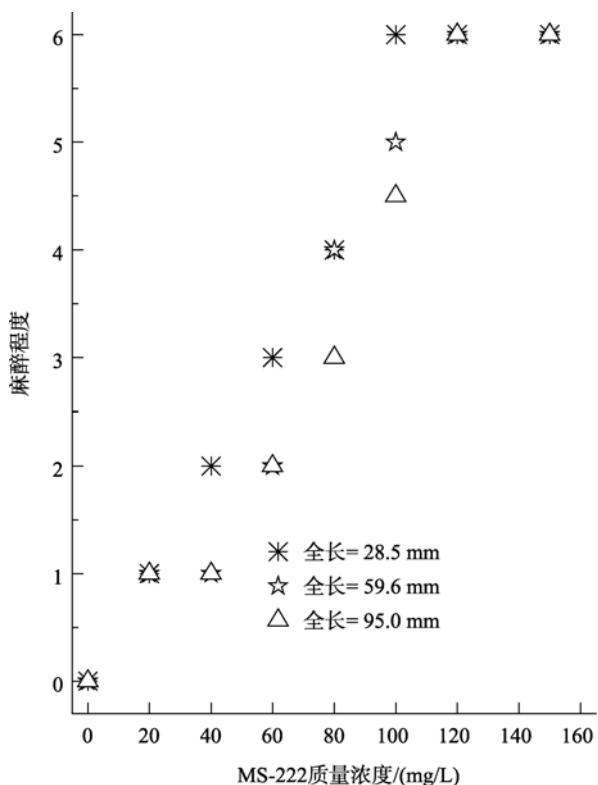


图 4 不同质量浓度 MS-222 液中许氏平鲷幼鱼能达到的终麻醉程度

Fig. 4 Ultimate anaesthetic stage of *Sebastes schlegeli* juvenile at different MS-222 concentrations

可达 VI 期, 说明小规格幼鱼更容易被麻醉。

A、B、C 组幼鱼在各浓度梯度 MS-222 液中的

入麻时间见图 5, 被麻醉后的苏醒时间见图 6。发现麻醉液浓度越高, 幼鱼入麻时间越短, 复苏用时越长; 幼鱼规格越大, 麻醉用时越长, 复苏用时也越长。

2.3 理想麻醉剂浓度的界定

在质量浓度为 100 mg/L 的 MS-222 海水溶液中, 3 个规格的幼鱼都可以在 200 s 内达到 IV 期麻醉, 且不会过度麻醉进入休克期乃至死亡, 麻醉鱼移入清水后可在 5 min 内复苏, 故认为 100 mg/L 为使用 MS-222 麻醉许氏平鲷幼鱼的理想质量浓度。

3 讨论

呼吸频率是反映麻醉程度的重要指标, 呼吸频率越低则麻醉程度越深。多数报道认为鱼体的呼吸频率在整个麻醉期间都是下降的^[6,14-15], 但也有研究发现麻醉 III 期前呼吸频率有上升, IV 期后才出现下降的现象^[4]。本研究发现低质量浓度(20 ~ 80 mg/L) MS-222 中, 3 个规格幼鱼的呼吸频率较为平稳, 且与空白对照组皆无显著差异($P > 0.05$); 而在高质量浓度(质量浓度 100 mg/L)中显著下降, 直至呼吸停止, 同多数报道观察到的现象一致。

本研究发现短期麻醉许氏平鲷全长 28.5 ~ 95.0 mm 幼鱼的最佳 MS-222 质量浓度是 100 mg/L。周竹君等^[12]测定了在不同浓度 MS-222 作用下许氏平鲷的耗氧量及排泄的氨氮量, 建议许氏平鲷成鱼长途

表 1 许氏平鲷幼鱼麻醉程度分期及鱼类行为表现

Tab. 1 Anaesthetic stages and behavior characteristics of *Sebastes schlegeli* juvenile

麻醉程度分期	麻醉鱼的行为特征	呼吸频率(次/20s)
正常状态	呼吸频率正常, 能迅速调整保持身体平衡	53.33±5.77
I 轻度镇静期	触觉灵敏度下降, 仍然可以迅速调整保持身体平衡, 呼吸略加快	60.0±5.0
II 深度镇静期	丧失触觉, 挣扎后可勉强保持身体平衡, 个别个体出现无意识游动, 呼吸略加快	60.0±5.0
III 轻度麻醉期	将鱼体侧放时, 挣扎但无法恢复身体平衡状态	48.33±5.77
IV 麻醉期	肌肉张力丧失, 将鱼体侧放时鱼体不挣扎, 呼吸频率降低但有规律性	41.67±7.63
V 深度麻醉期	鱼体侧卧静止, 呼吸断断续续	18.33±2.89
VI 延髓麻醉期	呼吸停止, 进入休克状态, 不迅速移入清水复苏则将发生死亡	0

表 2 许氏平鲷幼鱼复苏过程及鱼类行为表现

Tab. 2 Recovery stages and behavior characteristics of *Sebastes schlegeli* juvenile

复苏分期	麻醉鱼行为特征	呼吸频率(次/20s)
I	鱼体侧卧静止, 开始出现少量不规则的呼吸	10±0
II	将鱼体侧放时, 挣扎但无法恢复身体平衡, 呼吸频率上升	21.67±2.89
III	挣扎后可勉强保持身体平衡, 呼吸接近正常	41.67±3.33
IV	受外力侧倒后可以迅速调整身体保持平衡, 呼吸频率完全恢复正常	53.3±5.13

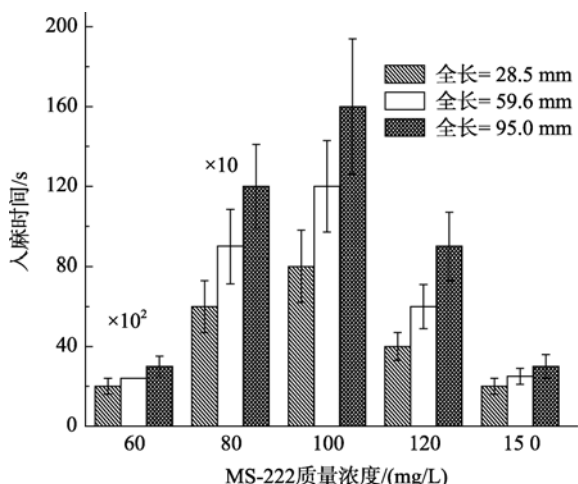


图 5 不同规格许氏平鲈在不同质量浓度 MS-222 液中被 IV 期麻醉的时间

Fig. 5 Anaesthetic durations (Stage IV) for *Sebastes schlegeli* at different MS-222 concentrations

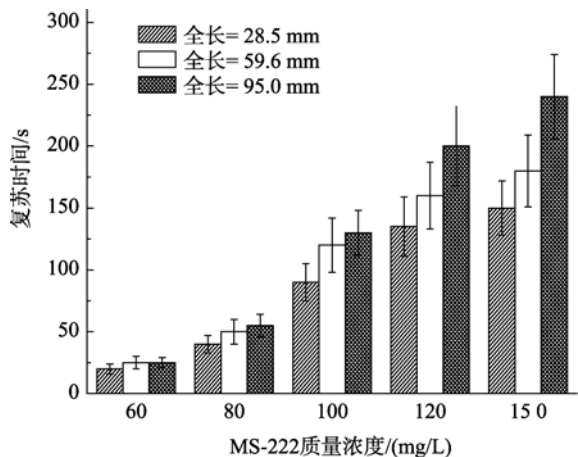


图 6 不同规格许氏平鲈在不同质量浓度 MS-222 液中麻醉后的复苏时间

Fig. 6 Recovery times for *Sebastes schlegeli* juvenile at different MS-222 concentrations

(10 h 以上)运输中 MS-222 的最佳质量浓度为 30 g/m^3 (30 mg/L), 远低于本试验得出的最佳浓度。究其原因, 除了个体差异之外, 主要是进行麻醉的目的不同, 本研究旨在将幼鱼麻醉后进行各种生产、实验操作, 同长途运输的要求不同, 操作需时较短, 故较高浓度浸浴液可使幼鱼迅速达到 IV 级麻醉。操作后将幼鱼移入清水后不需特殊措施(如手动沿鱼体纵轴往复推鱼、清水冲洗鳃部)即可使麻醉鱼在短时间内复苏。

麻醉剂于 20 世纪 70 年代开始在水产行业应用, 随着相关研究的进行其种类不断增加、使用方法不断完善提高, 使用过的麻醉剂已达 30 余种, 多数为

医疗或兽用麻醉剂转化而来。目前对鱼类进行麻醉主要用于人工催产注射、采集精卵、检查、治疗、外部形态及生长测定、成鱼/苗种运输。鱼用麻醉剂选择时考虑的因素主要有: 安全性、操作便利程度、价格、在鱼体内的代谢情况及生理影响。MS-222 是目前唯一通过 FDA 全面检测并认可的鱼用麻醉剂, 但 FDA 要求经 MS-222 麻醉的食用鱼必须经过为期 21 d 的停药代谢期方可上市销售^[16]; 而澳大利亚、智利、芬兰、新西兰等国家则认定丁香酚是合法的水产麻醉剂, 因为其为天然产物, 不存在残留问题^[17]。根据本研究的结果, MS-222 对许氏平鲈的麻醉效果良好, 安全性高, 是一种使用方便、安全性高的水产麻醉剂, 适宜用于生产操作中。我国应广泛开展鱼用麻醉及相关研究, 针对不同鱼种、规格、需求开发不同的技术方法, 同时规范鱼类麻醉技术, 使鱼类麻醉技术更好、更安全的服务于水产品生产、运输及相关生物实验中。

参考文献:

- [1] 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社. 1995. 9-112.
- [2] 李思发. 鱼类麻醉剂[J]. 淡水渔业, 1988, 1: 22-23.
- [3] 刘长琳, 何力, 陈四清, 等. 鱼类麻醉研究综述[J]. 渔业现代化, 2007, 34(5): 21-25.
- [4] 刘长琳, 李继强, 陈四清, 等. 丁香酚麻醉半滑舌鲷成鱼的试验研究[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(3): 50-56.
- [5] Pirhone J, Schreck C B. Effect of anaesthesia with MS-222, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Aquaculture, 2003, 220(1-4): 507-514.
- [6] 杜浩, 危起伟, 样德国, 等. MS-222、丁香油、苯唑卡因对养殖美洲鲟幼鱼的麻醉效果[J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(1): 20-26.
- [7] 甘静雯, 邱绍扬, 许忠能, 等. 麻醉剂 MS-222 对斑马鱼行为的影响[J]. 生态科学, 2006, 25(3): 236-239.
- [8] 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.
- [9] 董裳亮. 麻醉剂 MS-222 和低温对鲶鱼电感觉中枢的影响[J]. 山东海洋学院学报, 1984, 14(2): 57-61.
- [10] 向建国, 何福林, 陈才, 等. MS-222 麻醉金鱼模拟运输试验[J]. 水利渔业, 2005, 25(4): 13-15.
- [11] 任洁, 黄永涛, 黄二春, 等. MS-222 用于几种活鱼运输的效果[J]. 淡水渔业, 1998, 28(1): 24-26.
- [12] 周竹君, 宋志修, 周振红, 等. 应用 MS-222 运输海

- 水鱼初探[J]. 水利渔业, 1999, 19(4): 52-53.
- [13] Marking L L, Meyer F P. Are batter anesthetics needed in fisheries?[J]. Fisheries, 1985, 10(6): 2-5.
- [14] 张朝晖, 丛娇日, 王波, 等. 麻醉剂丁香酚对黄腊够耗氧的影响[J]. 海洋科学, 2003, 27(6): 11-14.
- [15] Cooke S J, Suski C D, Ostrand K G. Behavioral and physiological assessment of low concentrations of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass(*Micropterus salmoides*) [J]. Aquaculture, 2004, 239: 509-529.
- [16] Coyle S D, Durborow R M, Tidwell J H. Anesthetics in Aquaculture[R]. Stoneville: SRAC Publication, 2004, 3900.
- [17] Hoskonen P, P Irhonen J. Temperature effects on anaesthesia with clove oil in six temperatue zone fishes[J]. Fish Biol, 2004, 64: 1 136-1 142.

Anesthetic effect of MS-222 on juveniles of *Sebastes schlegeli*

GUAN Shu-guang, GUAN Jian, LIU Hong-jun, ZHENG Yong-yun, LIU Meng-xia, GAO Xiang, YU Dao-de, ZHANG Wei

(Mariculture Institute of Shandong Province, Qingdao 266002, China)

Received: May., 14, 2010

Key words: *Sebastes schlegeli*; MS-222; anesthetic

Abstract: The anesthetic effect of MS-222 on *Sebastes schlegeli* juvenile was investigated. The anesthetic process of experimental fish can be divided into six stages and the recovery process four stages, according to their corresponding behaviors. The respiratory frequency of the fish was slightly increased when the fish were in the final anesthetic stage I~III, and then clearly declined at stage IV. MS-222 at low concentrations exerted slight influence on the respiratory frequency of the experimental fish. There was no remarkable difference in respiratory frequency between the 20~80 mg/L groups and the control group. The respiratory frequency of the sting fish was clearly declined, and even stopped in the high concentration MS-222 (100mg/L). The optimum concentrations of MS-222 on *Sebastes schlegeli* juvenile was 80mg/L. After up to 12 times of repeated anesthesia, the time needed for anesthesia and resuscitation of juvenile (TL=59.5mm) would be prolonged, indicating that anesthesia resistance capability can be improved by repeated anesthesia. In addition, the time margin between anesthesia and death was short. The fish should be removed for recovery immediately after being anesthetized to prevent death.

(本文编辑: 谭雪静)