

## MS-222 对牙鲆麻醉效果

王秀华<sup>1</sup> 张烨伟<sup>1,2</sup> 杨春志<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(<sup>2</sup>青岛科技大学, 266061)

**摘要** 以 MS-222 为麻醉剂, 在 13~14 °C 水温条件下, 用浸浴麻醉方法测试了不同麻醉剂浓度和不同麻醉时间对牙鲆复苏时间、复苏率和 24 h 存活率及长时间麻醉对复苏率的影响以及超有效浓度麻醉剂(60 mg/L)麻醉后的抗露干能力。预备实验证明, 本试验条件下麻醉剂的有效浓度为 50 mg/L。实验表明, 将麻醉剂浓度从 50 mg/L 提高到 200 mg/L, 供试鱼被麻醉的时间由 288 s 缩短至 50 s, 复苏时间由 94 s 延长至 106 s; 用 60、100 和 200 mg/L 的麻醉液持续麻醉后, 可获得 100% 复苏率的最长麻醉时间分别为 64、32 和 32 min, 牙鲆经 MS-222 麻醉后抗露干时间延长。牙鲆麻醉后复苏过程中存在较大的个体差异, 但一旦复苏, 牙鲆 24 h 内的存活率可达 100%。实验表明, MS-222 的合理麻醉浓度为 60 mg/L, 此浓度下最长麻醉时间为 64 min, 麻醉露干时间应低于 60 min。

**关键词** 牙鲆 麻醉剂 MS-222 理想麻醉剂浓度 复苏

**中图分类号** S948 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)03-0001-06

## Anaesthetic effect of MS-222 on flounder *Paralichthys olivaceus*

WANG Xiu-hua<sup>1</sup> ZHANG Ye-wei<sup>1,2</sup> YANG Chun-zhi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Key Laboratory For Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(<sup>2</sup>Qingdao University of Science and Technology, 266042)

**ABSTRACT** A wide variety of compounds were used to anaesthetize fish in fisheries research, fisheries management, aquaculture and fish health. Among of them, tricaine mesilate (MS-222) is one of the anaesthetics widely used in the world for its safety and high effectiveness. In China, little published information was found on the use of MS-222 in marine fish. In this study, immersion anaesthesia was utilized to investigate the recovery time, recovery rate and survival rate in 24 h of flounder *Paralichthys olivaceus* after being anaesthetized with different concentrations of MS-222 at the temperature of 13~14 °C; and the effect of long time immersion anaesthesia in 60 mg/L MS-222 on the recovery rate and survival rate after being transferred from water into air were studied. The results showed that the lowest effective concentration to anaesthetize the flounder was at 50 mg/L. The time to achieve anaesthesia was short-

国家 863 计划重点项目(2006AA100310)、国家科技支撑计划项目(2006BAD03B0504)、山东省科技攻关计划项目(2006GG2205005)和基本科研业务费专项资金项目(2007-GY-03)共同资助

收稿日期:2008-02-29;接受日期:2008-07-16

作者简介:王秀华(1969-),男,副研究员,主要从事水产养殖动物病害控制及免疫学研究。E-mail:wangxh@ysfri.ac.cn, Tel:(0532)85823062

ened from 288 s to 50 s and the time to recovery was extended from 94 s to 106 s when the concentration of MS-222 was increased from 50 mg/L to 200 mg/L. Three concentrations of MS-222 including 60 mg/L, 100 mg/L and 200 mg/L were used for long time immersion anaesthesia respectively to evaluate the recovery time, recovery rate and survival rate in 24 h, the results showed that the recovery time in the three groups were prolonged along with the increasing of immersion time, but the longest immersion time to achieve 100 percent recovery rate were 64 min, 32 min and 32 min respectively. Also the time for enduring air exposure was tested after the flounder was exposed in 60 mg/L MS-222, and it was found that their ability to endure air exposure was better than the control. Recovery time showed great difference between individuals and the survival rate in 24h after anaesthesia was 100% once the flounder was recovered. These results indicated that the ideal concentration of MS-222 is 60 mg/L, the time to keep the flounder in MS-222 and the exposed time to air is less than 64 s and 60 min respectively at this concentration.

**KEY WORDS** Flounder *Paralichthys olivaceus* Tricaine methanesulphonate (MS-222)  
Concentration Recovery

鱼类麻醉剂在水产养殖业中具有广泛的应用,可用于鱼苗运输、亲鱼采卵、标志放流和疫苗免疫等方面(邬国民等 1998;Nakanishi *et al.* 2002;Raidal *et al.* 2006;刘长琳等 2008)。应用麻醉剂可以显著降低鱼的活力,减少损伤,有效提高成活率。目前使用的鱼类麻醉剂有 MS-222、丁香酚、盐酸苯佐卡因、液态二氧化碳和唑啉啉等,但各种麻醉剂在使用浓度与麻醉效果方面存在差别。MS-222,俗称鱼安定,为目前公认的效果最佳的鱼类麻醉剂,并且是唯一经过美国食品和药物管理局(FDA)认可的水产动物麻醉剂(Bowser 2001)。

我国在渔用麻醉剂方面的研究不多,少数报道仅侧重在淡水养鱼中的应用,而对海水养殖鱼类,常用麻醉剂的应用参数尚为空白。作者以 MS-222 为研究对象,探讨了该麻醉剂的使用浓度、麻醉时间、复苏率及麻醉对抗病力的影响等多项内容,以期为科学使用麻醉剂提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本试验在黄海水产研究所小麦岛实验基地进行,试验用牙鲆购自该实验基地。所用海水取自自然海区,盐度 32.4,温度 13~14 °C,pH 8.08。实验用牙鲆平均体长 13±0.5 cm,试验前暂养 7 d。麻醉剂 MS-222 购于杭州动物药品厂,露干试验时的室内空气湿度为 92%,室温 15 °C。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 MS-222 海水溶液 pH 值测定

用海水配制浓度分别为 100、200、500 和 2 500 mg/L 的 MS-222 溶液,用酸度计测量 pH 值。

#### 1.2.2 用不同浓度 MS-222 麻醉牙鲆的预备实验

取水族箱 6 个,用海水分别配制浓度为 250、125、62.5、31.25、15.6 和 7.8 mg/L 的 MS-222 溶液 20 L,放入气石连续充气。每桶放入试验鱼 15 尾,计时麻醉后,每隔 10、30 和 60 min 从每桶中取出各 5 尾鱼放入充气的洁净海水中复苏,统计各浓度下不同麻醉时间的复苏率,复苏率=(已复苏鱼尾数/麻醉鱼尾数)×100%。牙鲆处于麻醉状态的概念是:经麻醉人为地使牙鲆翻身后,鱼无自身复原能力,所有鳍停止摆动,但维持呼吸。本实验关于复苏的标准是:将处于麻醉状态的牙鲆放入充气的海水中后,其背鳍、臀鳍或尾鳍之一开始摆动,并可

将体态回正。

### 1.2.3 不同麻醉浓度下供试牙鲆全部进入麻醉状态的时间与复苏时间

取水族箱5个,分别配制浓度为200、100、50、25和12.5 mg/L的MS-222海水溶液20 L,放入气石连续充气。每桶放入试验鱼5尾进行麻醉,当每组内所有的鱼均进入麻醉状态后及时取出,记录全部鱼进入麻醉状态所需时间,并将鱼放入充气的洁净海水中复苏,记录所有鱼全部复苏的时间。

### 1.2.4 持续麻醉时间对复苏的影响

取水族箱3个,分别配制浓度为60(A)、100(B)和200 mg/L(C)的MS-222海水溶液200 L,连续充气。向A、B、C各桶中依次放入试验鱼130、60和50尾,计时麻醉。A组中分别设置麻醉时间2、4、8、12、16、20、24、28、32、64、128和250 min共12个组,每组10尾;B组中设置麻醉时间2、4、8、16、32和64 min共6个麻醉组,每组10尾;C组中设置麻醉时间2、8、16、32和64 min共5个麻醉组,每组10尾。各组麻醉到时间后及时将鱼取出放入充气的洁净海水中复苏,统计各组复苏时间,复苏率及复苏后24 h的存活率。

### 1.2.5 麻醉后露干时间对牙鲆复苏的影响

取试验牙鲆30尾放入MS-222浓度60 mg/L的海水溶液中麻醉,待全部麻醉后及时取出置于干净的塑料方桶中,用吸水纸吸除鱼体表的水分。依露干时间10、30、60、90、120和180 min的时间间隔,将鱼分成6组,每组5尾牙鲆,到时间后及时将鱼放入充气的洁净海水中复苏,统计各组复苏率及复苏后24 h的存活率。以未经麻醉的露干鱼做对照组。本实验关于露干的概念是:将牙鲆从水体中取出,快速用吸水纸吸除体表水分后,放置在一表面洁净平滑的空塑料桶内,使其在一定温度及湿度的空气中暴露。

## 2 结果

### 2.1 MS-222海水溶液pH值

在温度22.5℃条件下,测定各浓度组溶液的pH值,结果见表1。结果表明,MS-222海水溶液随MS-222浓度的增加、酸性增强,当浓度达到2500 mg/L时,溶液pH值可达3.26。

表1 不同浓度MS-222海水溶液pH值  
Table 1 pH in sea water solution with different concentrations of MS-222

| MS-222 浓度(mg/L)<br>Concentration of MS-222 | pH   |
|--|------|
| 0  | 8.08 |
| 100  | 7.99 |
| 200  | 7.51 |
| 500  | 6.28 |
| 2500                                       | 3.26 |

### 2.2 不同浓度MS-222和不同麻醉时间牙鲆的复苏率预测

结果表明,MS-222海水溶液浓度达到250 mg/L时,浸浴麻醉10 min后复苏率为40%;时间超过30 min,所有试验鱼均不能复苏;麻醉剂浓度为125 mg/L时,浸浴麻醉10 min后试验鱼复苏率可达100%,而30和60 min的复苏率为0;当浓度降到62.5 mg/L时,各试验时间内的复苏率均为100%(表2)。麻醉复苏后,经24 h饲养观察,试验鱼存活率为100%且摄食正常,当浓度低于31.3 mg/L时,实验鱼不能被麻醉。

### 2.3 不同MS-222浓度麻醉后全部供试牙鲆被麻醉的时间和复苏时间

试验鱼在各麻醉浓度下进入麻醉状态及复苏所需时间,见图1。结果表明,麻醉时间随麻醉剂浓度的增加而缩短,复苏时间随麻醉剂浓度的增加而增长,但后者的变化幅度较小。对牙鲆的有效麻醉浓度为50 mg/L以上。当麻醉剂浓度为25和12.5 mg/L时,3 h后未被麻醉,仅表现为鱼体表颜色略深,人为刺激后反应迟钝。各麻醉组中试验鱼的复苏率为100%,复苏24 h后统计存活率100%。

表2 牙鲆在不同浓度MS-222中麻醉不同时间后的复苏率(%)

Table 2 The recovery rate of flounder *Paralichthys olivaceus* at different anaesthetic time and different concentration of MS-222

| 麻醉时间(min)<br>Exposure time | MS-222 浓度(mg/L) |     |      |      |      |     |
|----------------------------|-----------------|-----|------|------|------|-----|
|                            | 250             | 125 | 62.5 | 31.3 | 15.6 | 7.8 |
| 10                         | 40              | 100 | 100  | NA   | NA   | NA  |
| 30                         | 0               | 0   | 100  | NA   | NA   | NA  |
| 60                         | 0               | 0   | 100  | NA   | NA   | NA  |

注:NA表示实验时间内不能进入麻醉状态,观察发现所有鱼进入麻醉时间需325 s

## 2.4 持续麻醉时间对复苏的影响

试验牙鲆在不同浓度麻醉液中持续麻醉不同时间后,复苏时间、复苏率及复苏后24h的养殖存活率结果见表3。结果显示,麻醉液浓度在100和200 mg/L时,复苏时间随麻醉时间的增长而加长;浓度为60 mg/L时,持续麻醉16 min后的其他时间段中,复苏时间随麻醉时间的增长而出现缩短的趋势,但持续麻醉超过60 min后,复苏率随麻醉时间延长而降低,麻醉250 min后的复苏率仅为40%。试验还表明,鱼类的麻醉复苏时间存在较大个体差异,本试验条件下各浓度组在持续麻醉30 min时均可获得100%的复苏率。

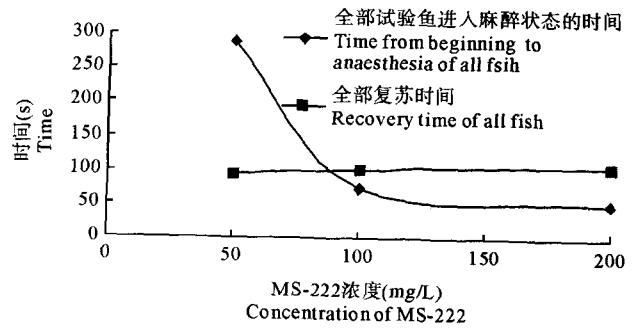


图1 牙鲆在不同浓度MS-222中全部麻醉及复苏所需时间  
Fig. 1 The time for flounder, *Paralichthys olivaceus* to anaesthetize and recover completely in different concentration of MS-222

表3 不同浓度下持续麻醉对复苏的影响

Table 3 Effect of the duration of anaesthesia in MS-222 on recovery rate

| MS-222 浓度(mg/L)<br>Concentration | 入麻醉剂时间(min)<br>Exposure time | 复苏时间范围(s)<br>Recovery time | 复苏率(%)<br>Recovery rate | 24 h 存活率(%)<br>Survival rate |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 60                               | 2                            | NA                         | /                       | 100                          |
|                                  | 4                            | NA                         | /                       | 100                          |
|                                  | 8                            | 58~184                     | 100                     | 100                          |
|                                  | 12                           | 94~510                     | 100                     | 100                          |
|                                  | 16                           | 97~431                     | 100                     | 100                          |
|                                  | 20                           | 226~364                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 24                           | 205~449                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 28                           | 212~494                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 32                           | 314~404                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 64                           | 174~404                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 128                          | 185~                       | 80                      | 100                          |
|                                  | 250                          | 111~                       | 40                      | 100                          |
|                                  | 100                          | 2                          | 147~150                 | 100                          |
| 4                                |                              | 195~200                    | 100                     | 100                          |
| 8                                |                              | 159~276                    | 100                     | 100                          |
| 16                               |                              | 235~284                    | 100                     | 100                          |
| 32                               |                              | 219~337                    | 100                     | 100                          |
| 64                               |                              | 406~                       | 70                      | 100                          |
| 200                              | 2                            | 270~378                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 8                            | 258~500                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 16                           | 321~502                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 32                           | 663~720                    | 100                     | 100                          |
|                                  | 64                           | NR                         | 0                       | 0                            |

注:NA表示实验时间内不能进入麻醉状态,观察发现所有鱼进入麻醉时间需325 s;NR指实验条件下不能复苏

## 2.5 露干与复苏

试验鱼麻醉露干后的复苏结果见图2。可见麻醉中的牙鲆抗露干能力增强:露干60 min后,实验组复苏率是对照组的5倍(实验组复苏率100%,对照组仅为20%);露干90 min后,试验组复苏率90%,而对照组为0。同样可知,当露干后100%复苏率时,实验组的耐露干时间是对照组的两倍(实验组为60 min,对照组仅为30 min)。

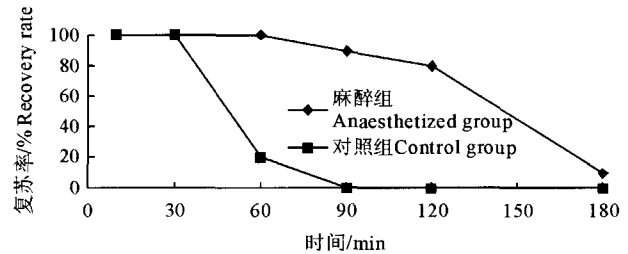


图2 麻醉牙鲆露干后复苏率

Fig. 2 The recovery rate of anaesthetized flounder *Paralichthys olivaceus* in MS-222(60 mg/L) after being exposed in air

## 3 讨论

国外对MS-222在鱼类中的应用研究已有50余年的历史,基于对其生物学效应、作用机理、体内代谢和药物残留等的全面认识(Ryan *et al.* 1992; Sptäh *et al.* 1997; Steen *et al.* 1975; Arnolds *et al.* 2002),使其能在鱼类养殖生产中广泛应用。但在应用MS-222麻醉鱼类时,除了考虑环境温度、pH变化对MS-222的使用浓度有影响外,不同种类的鱼对MS-222的敏感浓度也存在较大的差别(魏锁成 2005)。本研究结果表明,在温度为13~14℃时,浓度高于50 mg/L的各组MS-222溶液均可对牙鲆产生有效的麻醉效果,浓度越高牙鲆进入麻醉状态所需的时间越短;相同麻醉时间内,浓度越低牙鲆复苏所需的时间越短。牙鲆在同一有效麻醉剂浓度下进入麻醉状态时间,个体间存在约1~2 s的微小差异,但麻醉后复苏时间的长短却存在较大的个体差异(表3),对这一现象尚未见其他相关报道,推测可能与实验时的水温较低有一定关系。关于牙鲆复苏时间差异的内在机理,还需做进一步的探究。MS-222作为商品用麻醉剂,在使用时常常被考虑安全浓度,但少有对持续麻醉时间的认识。本研究证明,在应用该麻醉剂时,除考虑麻醉浓度外,麻醉时间也应作为一个重要的指标,否则即使采用了安全浓度(如60 mg/L),麻醉时间过长(如超过2 h)也可导致较多鱼类因不能复苏而死亡。本研究结果显示,MS-222使用的理想浓度为60 mg/L。此浓度下最长麻醉时间应在64 min内,麻醉露干时间小于60 min。

在鱼类运输中,国内外均有使用麻醉剂的报道,通过降低鱼类的活力、减少代谢耗氧量,而提高运输成活率。本文通过研究麻醉鱼类的耐露干力,确定了鱼类经麻醉后可以显著提高其在空气中的暴露时间,该结果对凶猛鱼类实施疫苗免疫或名贵鱼类进行健康检查等具有借鉴作用。

在研究MS-222对鱼类机体的影响方面,Ortuño等(2002)探讨了MS-222对金头鲷 *Sparus aurata* L. 先天免疫力的影响,结果未发现引起其免疫力的降低;但作为一种药物,在使用MS-222时必须考虑其副作用,特别是对麻醉后的鱼体健康及抗病力的负面影响,还需要进行全面的研究。因为MS-222不仅会降低中枢神经元与外围神经元活力,对单个神经元细胞的生理也能产生影响(Arnolds *et al.* 2002),对鱼体过氧化物代谢酶(Gabryelak *et al.* 1989)及鱼类血液指标多种成分也有影响(Nieminen *et al.* 1982)。因此应用MS-222时,在保证有效麻醉的前提下,应选用合理的浓度与较短的时间。

## 参 考 文 献

- 刘长琳,陈四清,何力,庄志猛,宋宗诚. 2008. MS-222对半滑舌鲷成鱼的麻醉效果研究. 中国水产科学, 15(1): 92~99
- 邬国民,何莉,何桂福. 1998. 我国鱼类麻醉运输的现状与发展前景. 中山大学学报论丛, 4: 62~65
- 魏锁成. 2005. 用于鱼类的麻醉剂及麻醉管理. 西北民族大学学报(自然科学版), 26(1): 43~45
- Arnolds, D. E. W., Zottoli, S. J., Adams, C. E. *et al.* 2002. Physiological effects of tricaine on the supramedullary/Dorsal neurons of the cunner, *Tautoglabrus adspersus*. Biol. Bull. 203: 188~189
- Bowser, P. R. 2001. Anesthetic options for fish. <http://docentes.esa.ipcb.pt/amrodrig/anestesia.pdf>
- Gabryelak, T., Zalesna, G., Roche, H. *et al.* 1989. The effect of MS-222 an anaesthetic on the peroxide metabolism enzymes in erythrocytes of freshwater and marine fish species. Comp. Biochem. Physiol. C, 92(1): 5~8

- Nakanishi, T., Kiryu, I., and Ototake, M. 2002. Development of a new vaccine delivery method for fish; Percutaneous administration by immersion with application of a multiple puncture instrument. *Vaccine*, 20; 3 764~3 769
- Nieminen, M., Laitinen, M., and Pasanen, P. 1982. Effects of anaesthesia with tricaine (MS-222) on the blood composition of the splake (*Salvelinus fontinalis* × *Salvelinus namaycush*). *Comp. Biochem. Physiol. C*, 73(2);271~276
- Ortuño, J., Esteban, M. A., and Meseguer, J. 2002. Effects of four anaesthetics on the innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish Shellfish Immunol.* 12(1):49~59
- Raidal, S. R., Shearer, P. L., Stephens, F. *et al.* 2006. Surgical removal of an ovarian tumour in a koi carp (*Cyprinus carpio*). *Aust. Vet. J.* 84(5):178~181
- Ryan, S. 1992. The dynamics of MS-222 anaesthesia in a marine teleost (*Pagrus auratus*; Sparidae). *Comp. Biochem. Physiol. C*, 101(3); 593~600
- Späth, M., and Schweickert, W. 1977. The effect of metacaine (MS-222) on the activity of the efferent and afferent nerves in the teleost lateral-line system. *Naunyn. Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* 14;297(1);9~16
- Steen, J. B., and Stray-Pedersen, S. 1975. The permeability of fish gills with comments on the osmotic behaviour of cellular membranes. *Acta. Physiol. Scand.* 95(1);6~20