

## MS-222 麻醉圆斑星鲈成鱼效果研究\*

赵明<sup>1,2</sup>, 柳学周<sup>2\*</sup>, 徐永江<sup>2</sup>, 兰功刚<sup>3</sup>, 倪娜<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003; 2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071; 3. 青岛市忠海水产有限公司, 山东 青岛 266414)

**摘要:**不同水温(15 °C、20 °C 和 25 °C)下、不同质量浓度的 MS-222 对圆斑星鲈成鱼的麻醉效果不同。根据鱼体在最终麻醉状态和复苏过程中的行为特征, 分别把麻醉和复苏过程分为 6 个和 4 个时期。15 °C、20 °C 和 25 °C 时 MS-222 麻醉圆斑星鲈成鱼的有效质量浓度分别为 180~300 mg/L、160~280 mg/L 和 150~230 mg/L。实验结果表明: 高水温条件下成鱼进入麻醉状态所需麻醉剂浓度较低; 15 °C、20 °C 和 25 °C 温度下在各自的有效质量浓度(180~300 mg/L、160~280 mg/L 和 150~230 mg/L)范围内, 浓度越高鱼体达到 A4 期的麻醉时间越短, 但复苏时间无明显差异。随着水温的升高, 同等麻醉浓度的麻醉剂对圆斑星鲈的麻醉效果逐渐增强。MS-222 麻醉圆斑星鲈的效果好, 鱼体入麻时间短、复苏快, 安全边界宽, 是一种理想的鱼用麻醉剂。

**关键词:**MS-222; 麻醉; 圆斑星鲈; 有效质量浓度

**中图分类号:**S965.3; Q959.486

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-6647(2010)04-0531-07

圆斑星鲈(*Verasper variegates*)属鲈形目(Pleuronectiformes)鲈科(Pleuronectidae)星鲈属(*Verasper*), 主要分布于中国的黄渤海、日本中部以南和韩国西南部的沿海海域。目前, 圆斑星鲈的人工繁育及养殖业已兴起, 但在人工养殖条件下仍需进行人工授精获得受精卵。圆斑星鲈在养殖池中多静卧水底, 但在人工采集精卵时, 亲鱼挣扎易导致掉鳞等外部伤害以及充血等急性内部损伤。因此, 选择一种可靠的、代谢周期短且安全的鱼用麻醉剂, 降低鱼体应激反应, 减少人为操作对鱼体的伤害, 在养殖生产中具有重要意义。

鱼用麻醉剂近 30 种, 其中以 MS-222(品名为 Fingudi, Matakaine, Tricaine)的应用最为广泛, 它没有富集作用, 在清水中活鱼肌肉中的代谢时间约 12 h<sup>[1]</sup>。MS-222 已通过美国食品和药物管理局(FDA)认可<sup>[2]</sup>, 属性能优良的鱼用麻醉剂, 并广泛应用于鱼体的活体运输、免疫和激素注射、亲鱼采卵采精、标志放流、外科手术等领域。目前, 国内有学者认为 MS-222 麻醉金鱼(*Carassius auratus*)的适宜质量浓度为 35~85 mg/L<sup>[3]</sup>; 30~40 mg/L 的 MS-222 对中华鲟(*Acipenser sinensis*)和施氏鲟(*Acipenser schrenckii*)具有较好的麻醉效果, 50~100 mg/L 的 MS-222 对中华鲟和施氏鲟具有较强的麻醉作用<sup>[4]</sup>; 100 mg/L 以上的 MS-222 可以迅速在 49 s 内使斑马鱼(*Danirerio*)进入Ⅲ级麻醉程度以及在 178 s 后即可进入Ⅳ级麻醉程度<sup>[5]</sup>。国外学者对真鲷(*Pagrus major*)<sup>[6]</sup>、庸鲈(*Hippoglossuhippoglossus* L.)<sup>[7]</sup>等也进行了 MS-222 麻醉效果研究, 表明 MS-222 是理想的鱼用麻醉剂。

在 MS-222 麻醉圆斑星鲈成鱼的最终麻醉程度和复苏过程的研究中, 分别测得了 15 °C、20 °C 和 25 °C 水温下 MS-222 的有效质量浓度, 以期 MS-222 在圆斑星鲈运输和采卵采精等人为操作方面提供技术支持。

\* 收稿日期: 2009-08-10

资助项目: 国家高技术研究发展计划项目——名贵海水鱼类苗种规模化繁育技术(2006AA10A414); 农业部公益性行业专项——鲆鲽类全雌苗种规模化繁育技术(nyhyzx07-046)和鲆鲽类现代产业技术体系(ncytx-50)

作者简介: 赵明(1983-), 男, 山东枣庄人, 硕士, 主要从事鱼类繁育生物学方面研究。E-mail: 0535zhaoming@163.com

\* 通讯作者, E-mail: liuxz@ysfri.ac.cn

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为鳞片完整健康活泼圆斑星鲈 2 龄成鱼,体长 26~33 cm,体重 260~530 g。试验前停食 1 d。所用海水为经砂滤的自然海水,pH 为 8.01。

MS-222 为上海医疗器械有限公司生产。麻醉剂溶液随用随配,用分析天平按所需质量准确称取,海水溶解后稀释于 20 L 的塑料箱内,搅拌均匀,2 min 后开始试验。试验期间保持微充氧。

试验在青岛忠海水产有限公司(养殖场)进行。

### 1.2 试验设计思路

首先在低浓度下麻醉圆斑星鲈,观察鱼体在麻醉过程中的行为特征,并据此对鱼体麻醉过程进行分期。依据麻醉过程分期,测定 15 °C、20 °C 和 25 °C 下不同浓度 MS-222 溶液中鱼体的入麻时间,确定 3 个温度下麻醉剂有效质量浓度范围。为了更准确地了解温度对麻醉剂 MS-222 的麻醉效果的影响,在鱼体最终麻醉程度及复苏过程分期试验结果的基础上,找出 3 温度下有效质量浓度的共同区域(180 mg/L~230 mg/L),再进一步探索温度单因素对麻醉效果的影响。通过对 MS-222 麻醉圆斑星鲈全面详细地观测和研究,力图从各个侧面探索 MS-222 的麻醉效果。

### 1.3 鱼体最终麻醉程度及复苏过程分期

鱼体在较低温度低浓度的 MS-222 溶液中入麻慢,行为特征较易区分,且能够达到一个稳定的、行为特征明显的最终麻醉状态,从而可以根据鱼体在最终麻醉状态下的行为特征对麻醉程度进行分期。水温 15 °C 下,设计 5,15,35,55,75,95,105 mg/L 7 个质量浓度梯度,每个质量浓度组用试验鱼 5 尾,测定 24 h 鱼体达到的最终麻醉程度。观察鱼体最终麻醉状态下的行为特征,然后立即转入清洁海水中复苏,观察并记录鱼体在复苏过程中的行为特征,将麻醉程度和复苏过程进行分期。

### 1.4 不同水温下 MS-222 有效浓度测定

根据 1.3 试验的分期及行为特征,结合 3 min 之内麻醉并在 5 min 之内苏醒的理想麻醉浓度标准<sup>[8]</sup>,本试验有效质量浓度定义为鱼体在 MS-222 溶液中 3 min 内达到 A4 期(静止,鳃盖振动振幅小频率慢,但有规律)麻醉状态,清洁海水中 5 min 之内苏醒恢复,且成活率为 100% 的质量浓度。复苏时间定义:鱼体触觉复苏,鳃盖震动频率、振幅正常,口张合有规律时的时间。

设置 3 个温度梯度:15 °C,20 °C,25 °C,

控温仪控制水温(精确度为±1 °C)。试验前进行预试验,探索适宜麻醉剂浓度的上下限。据试验 1.3 的浓度设置和麻醉时间,并结合预试验结果设置不同温度下浓度梯度(表 1)。试验均采用单尾试验法,每个浓度梯度记录 5 尾鱼的数据。实验过程中同浓度梯度组的 5

尾试验鱼分别在 5 个装有新鲜配制 MS-222 溶液的容器中同时进行麻醉观察,浓度条件如表 1。试验中每个容器里仅一尾鱼,且麻醉时间较短(<10 min),麻醉过程中 MS-222 消耗较少,无需添加损耗的 MS-222。鱼体麻醉程度达 A4 期时,记录入麻时间,然后从麻醉剂中移出立即测定全长、体重,后放入清洁海水中,记录复苏时间和成活率。

表 1 不同水温下 MS-222 质量浓度设置

Table 1 MS-222 mass concentrations designed for different temperatures

$t/^\circ\text{C}$	质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$						
15	100	140	180	220	260	300	340
20	80	120	160	200	240	280	320
25	70	110	150	190	230	270	

### 1.5 水温对鱼体入麻和复苏的影响

依据 1.4 的实验结果,180~230 mg/L 是 3 个温度下有效质量浓度的重叠区域,故在此 MS-222 浓度范围内设置本试验探索相同浓度下温度单因素对麻醉效果的影响。麻醉剂质量浓度 180 mg/L、200 mg/L 和 220 mg/L 下各设置 3 个温度梯度 15 °C、20 °C、25 °C,控温方法同 1.4。每组使用试验鱼 5 尾,测定各麻醉剂浓度下不同水温溶液中的入麻和复苏时间。

### 1.6 数据处理

数据表示为 Mean±S. E.,用 ANOVA 和 T-test 检验试验组的差异显著性( $P < 0.05$  为差异显著, $P < 0.01$  为差异极显著)。

## 2 结 果

### 2.1 圆斑星鲃成鱼最终麻醉程度及复苏过程分期

测定鱼体在 5,15,35,55,75,95,105 mg/L 7 个 MS-222 质量浓度梯度溶液中 24 h 内达到的最终麻醉程度,麻醉程度和复苏分期及其行为特征见表 2。

表 2 鱼体麻醉和复苏行为特征分期

Table 2 The fish behavior characteristics during various stages respectively at the anaesthetic status and in the revival process

分 期	行为特征
正常期	反应迅速,鳃盖振动频率恒定,无眼侧朝上时可迅速翻身
麻 醉 程 度	A1 期 呼吸频率略有增强(鳃盖振动加快和振幅增大),背臀鳍自前向后波浪式摆动,触觉略失,无眼侧朝上时,挣扎后能翻身
	A2 期 触觉丧失,鳃盖振幅、频率都减小
	A3 期 肌肉张力略失,无眼侧置上时,头尾轻微上下摆动,不能翻身
	A4 期 静止,鳃盖振动振幅小频率慢,但有规律
	A5 期 静止,鳃盖震动不连续,呼吸无规律
	A6 期 呼吸停止,如浸浴时间延长鱼体将死亡
复 苏 过 程	R1 期 身体静止,呼吸开始恢复,鳃盖和口开始翕动
	R2 期 鳃盖震动加强频率加快,口张合幅度增大,背臀鳍从前向后波浪形振动
	R3 期 呼吸恢复正常,将鱼体无眼侧置上时,头尾上下摆动,挣扎后能够翻身恢复到正常姿态
	R4 期 将鱼体无眼侧置上时,能够迅速翻身恢复到正常姿态,正常游泳

在 5~105 mg/L 的 MS-222 作用下,圆斑星鲃成鱼被不同程度的麻醉,经历不同的时间段,达到不同的麻醉程度,如表 3。

表 3 不同质量浓度 MS-222 溶液中鱼体达到最终麻醉程度的时间(单位:min)

Table 3 The time for *Verasper variegates* to be anaesthetized in MS-222 solution with various mass-concentration (Unit:min)

麻醉程度	质量浓度/mg · L <sup>-1</sup>						
	5	15	35	55	75	95	105
A1 期	>15	8~11	6~8	—	2~3	—	—
A2 期	—	16~17	14~20	10~12	—	—	—
A3 期	—	—	25~31	—	—	—	—
A4 期	—	—	—	22~29	21~27	—	8~9
A5 期	—	—	—	—	—	12~30	8~13
A6 期	—	—	—	—	—	—	10~32

注:表中“—”代表鱼体入麻较快,行为特征不明显,未观察到入麻到此期的具体时间

随着 MS-222 溶液质量浓度的增加,鱼体能达到的最终麻醉程度不断加深( $R^2 = 0.954$ )。MS-222 质量浓度在 5 mg/L 时最终麻醉程度为 A1 期;15 mg/L 时 A2 期;35 mg/L 时到达 A3 期;55 mg/L 和 75 mg/L 时为 A4 期;95 mg/L 时为 A5 期;当 MS-222 质量浓度  $\geq 105$  mg/L 时,较长时间麻醉鱼体最终麻醉程度都能达到 A6 期,即浸浴时间过长麻醉过度,鱼体窒息死亡。

## 2.2 MS-222 麻醉有效浓度测定

15 °C 条件下(图 1),MS-222 质量浓度增大鱼体达到 A4 期的时间显著缩短( $P < 0.01$ )。当 MS-222 质量浓度在 100~140 mg/L 时,鱼体达到 A4 期的麻醉时间超过 3 min; $\geq 180$  mg/L 时鱼体都均能在 3 min 之内达到 A4 期,但高于 340 mg/L 时大部分鱼体 5 min 之内不能复苏,并可能引起死亡。所有试验鱼在清洁海水中浸浴 15 min 的复苏率为 100%(无药液浸浴时间过长引起窒息死亡现象),由此可知在水温 15 °C 时,MS-222 麻醉圆斑星鲈的有效质量浓度为 180~300 mg/L。

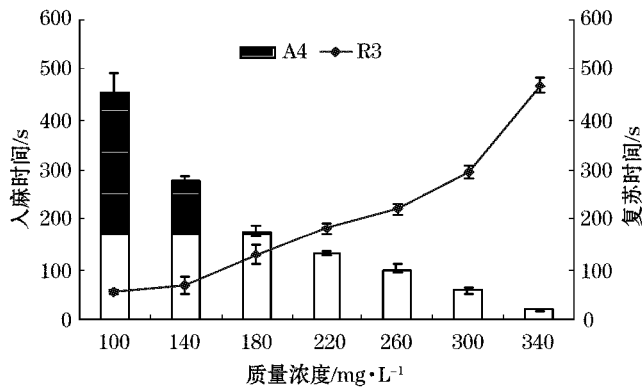


图 1 15 °C 条件下 MS-222 对圆斑星鲈成鱼的有效麻醉质量浓度

Fig. 1 MS-222 effective mass-concentrations for *Verasper variegates* to be anaesthetized at 15 °C

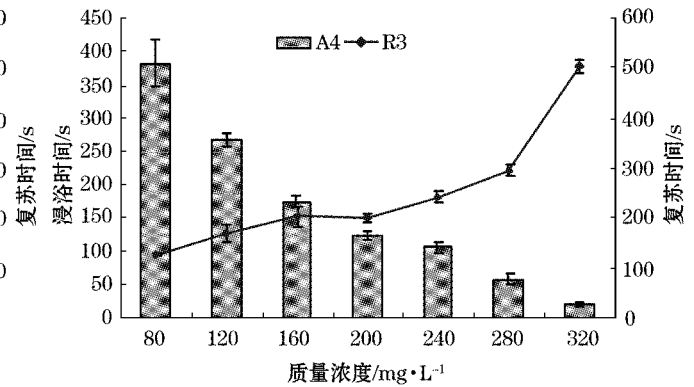


图 2 20 °C 条件下 MS-222 对圆斑星鲈成鱼的有效麻醉质量浓度

Fig. 2 MS-222 effective mass-concentrations for *Verasper variegates* to be anaesthetized at 20 °C

图 2 表明:20 °C 条件下 MS-222 质量浓度为 160~280 mg/L,鱼体在 3 min 之内达到 A4 期,5 min 内都能复苏。高于 320 mg/L 时鱼体能够迅速进入临近停止呼吸状态,所经历的各级麻醉状态持续时间很短难以观察到,并且大部分鱼体的复苏时间超过 5 min。故在水温 20 °C 时,MS-222 麻醉圆斑星鲈的有效质量浓度为 160~280 mg/L。

25 °C 条件下 MS-222 质量浓度为 70 mg/L 和 110 mg/L 时,鱼体达到 A4 期的时间分别为 (311±44) s 和 (245±31) s (>3 min);高于 230 mg/L 时鱼体不能在 5 min 之内复苏,270 mg/L 时复苏时间为 (389±42) s。150~230 mg/L 范围内,3 min 内均能达到 A4 期,5 min 内能复苏(图 3),由此可推断水温 25 °C 时,MS-222 麻醉圆斑星鲈的有效质量浓度为 150~230 mg/L。

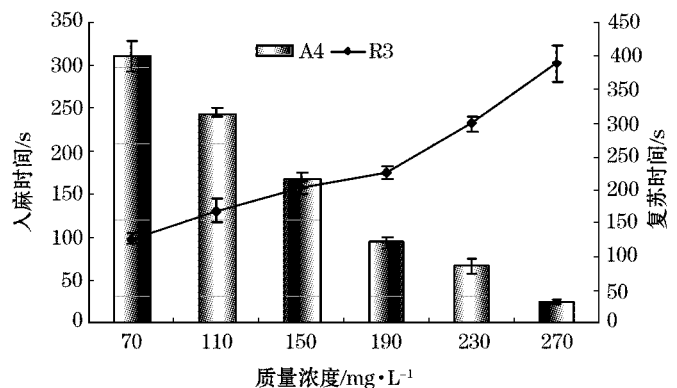


图 3 25 °C 条件下 MS-222 对圆斑星鲈成鱼的有效麻醉质量浓度

Fig. 3 MS-222 effective mass-concentrations for *Verasper variegates* to be anaesthetized at 25 °C

### 2.3 水温对圆斑星鲃成鱼入麻和复苏的影响

在适宜的 MS-222 浓度下,水温升高麻醉时间缩短( $P < 0.05$ ),入麻时间与水温呈负相关。而水温变化与复苏时间无显著相关性,如 200 mg/L 水温为 20 °C 时复苏时间为(202.7±43.7) s,25 °C 时为(262±62) s (表 4),差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 4 水温对 MS-222 麻醉圆斑星鲃成鱼的影响

Table 4 The effects of water temperature on the fish anesthetization by MS-222

t/°C	质量浓度/mg·L <sup>-1</sup>					
	180	200	220	180	200	220
	入麻时间/s			复苏时间/s		
15	183.3±41.9	158.7±55.8	133±26.5	131±53.5	166±28	184.3±22.9
20	166.7±36.9	124±23.6	109±24.8	209±47.3	202.7±43.7	222±30.2
25	121±51.4	86.3±17.7	58±19	224.7±82.4	262±62	286.3±51.2

## 3 讨 论

### 3.1 麻醉有效浓度

Marking 等认为理想的麻醉浓度的标准为 3 min 之内麻醉,5 min 之内苏醒<sup>[8]</sup>。麻醉剂的剂量对动物的麻醉程度有紧密联系,同时与动物的入麻时间关系密切。相同条件下麻醉剂剂量越大,动物入麻越快。本试验条件下 15 °C,20 °C 和 25 °C 温度时,在各自的有效质量浓度(180~300 mg/L,160~280 mg/L 和 150~230 mg/L)范围内,浓度越高鱼体达到 A4 期的麻醉时间越短。王秀华等<sup>[9]</sup>对 MS-222 麻醉牙鲈的研究中得出一致结论(麻醉剂浓度从 50 mg/L 提高到 200 mg/L,麻醉时间由 288 s 缩短至 50 s)。MS-222 有效质量浓度有种的特异性:例如游泳性鱼类(大马哈鱼 *Oncorhynchus keta* 和鲤 *Cyprinus carpio* L. 为 25~100 mg/L,罗非鱼 *Tilapia mossambica* Peters 为 80~100 mg/L)需要 MS-222 质量浓度低,而底栖性鱼类(庸鲃 *H. hippoglossus* L 为 250~480 mg/L,半滑舌鲷成鱼的有效质量浓度为 120~210 mg/L<sup>[10]</sup>)所需 MS-222 的剂量高,原因可能是其需氧量相对较低<sup>[11]</sup>,呼吸频率较慢,在相同时间内吸入的麻醉剂少。与圆斑星鲃相比,同属于鲷属鱼类的塞内加尔鲷麻醉所需 MS-222 麻醉剂也偏低(最低为 75 mg/L)<sup>[12]</sup>,推测是由于塞内加尔鲷是暖水性鱼类,适宜生长水温比圆斑星鲃高,耗氧率也高,相同时间内吸入的麻醉剂较多;也或是属于冷水性鱼类的圆斑星鲃,由于长期在较低的水温下生存,自身形成了抵御不良环境的抗性机制,例如体表与周围环境物质交换减少,从而对 MS-222 不敏感。

水温不同 MS-222 麻醉圆斑星鲃的有效质量浓度不同:15 °C 时为 180~300 mg/L,当升至 25 °C 时降低为 140~230 mg/L,表明水温高鱼体进入预期的麻醉状态所需要剂量低,且相同的麻醉剂量下,鱼体达到各麻醉期的时间缩短。与杜浩等得出的麻醉效果随着水温的升高而增强的结论一致<sup>[13]</sup>。温度升高,鱼体的呼吸频率加快,麻醉剂溶液经鳃丝渗透的速率亦加快;低水温时,鱼体对麻醉药物的吸收率低,所需麻醉剂量高或要求麻醉时间长<sup>[2]</sup>。另外,鱼体规格也会影响麻醉剂的有效质量浓度。仔稚鱼和成鱼需要的 MS-222 有效质量浓度不同,仔稚鱼对麻醉剂较敏感,可能原因之一是仔稚鱼和成鱼的代谢速率不同;再者麻醉剂可以通过鱼体体表进入体内,体表面积的大小也是影响麻醉效果的重要因素,仔稚鱼的体表面积比成鱼的大,所以仔稚鱼入麻较快。根据我们之前的试验结果,体重 260~530 g 的圆斑星鲃成鱼在 MS-222 溶液入麻时间差异不显著,故本试验选取试验鱼体重在 260~530 g 范围内,不影响实验结果,数据可靠。

### 3.2 麻醉对呼吸频率影响

鱼体放入麻醉液中,麻醉液经鳃丝吸收,迅速进入血液循环系统,然后在大脑中积聚<sup>[2]</sup>,随着时间的延长,麻醉剂最终在血液中的浓度达到平衡,鱼体能够达到一个行为特征明显的最终麻醉状态,在此过程中,呼吸变化明显。本试验 MS-222 麻醉圆斑星鲈时,麻醉程度低于 A2 期时,呼吸频率加快,A2 期以后才开始下降,与喹哪啶麻醉狼鲈(*Dicentrarchus labrax*)时,低度麻醉阶段呼吸频率均显著上升,深度麻醉时呼吸频率才急剧下降的结果相似<sup>[14]</sup>。有关麻醉对鱼体呼吸频率影响的报道显示,呼吸频率在整个麻醉过程中都下降,如 MS-222 麻醉金鱼<sup>[3]</sup>;丁香酚麻醉黄腊鲈(*Trachinotus blochii*)<sup>[15]</sup>、黑鲈(*Micropterus salmoides*)<sup>[16]</sup>等。MS-222 麻醉圆斑星鲈对呼吸频率的影响,可能与麻醉剂种类和浓度高低有关,有待进行专门的研究。

有关报道认为 MS-222 对牙鲆的麻醉后复苏过程有较大的个体差异性<sup>[9]</sup>。诸如鱼的规格、成熟度等自身因素影响麻醉和复苏效果,同时水温、水质、溶氧等环境因素对其也有影响。所以使用 MS-222 时要根据鱼的规格、年龄、生理状况、水温、水质等来选择适宜的浓度和处理时间。本试验仅在 15 °C, 20 °C 和 25 °C 下,对 MS-222 麻醉圆斑星鲈成鱼的效果进行了研究,而对溶氧、盐度等影响因子以及麻醉后对血液生化指标的影响未作探讨,有待于在今后的试验中深入探索。

### 参考文献 (References):

- [1] REN J, CUI Y J, FU Y P, et al. Studies on distribution and elimination of MS-222 in fish[J]. *Freshwater Fisheries*, 1997, 27(1): 23-25. 任洁,崔治建,付亚平,等. MS-222 在鱼体内的分布及排除研究[J]. *淡水渔业*, 1997, 27(1): 23-25.
- [2] BOWSER P R. Anesthetic options for fish. [S. l.]: International Veterinary Information Service, Ithaca, New York, USA[EB/OL]. [2009-08-10]. <http://docentes.esa.ipcb.pt/amrodrig/anestesia.pdf>.
- [3] LI C M, HUANG Y J. Studies on anaesthetic to Gold Fish by MS-222 [J]. *Journal of Huanggang Polytechnic*, 2002, 4(4): 67-70. 李春梅,黄永坚. MS-222 麻醉金鱼的研究[J]. *黄冈职业技术学院学报*, 2002, 4(4): 67-70.
- [4] 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. 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.
- [5] GAN J W, QIU S Y, XU Z N, et al. The effects of MS-222 on behavior of *Danio rerio*[J]. *Ecologic Science*, 2006, 25(2): 236-239. 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(2): 236-239.
- [6] OIKAWA S, TAKEDA T, ITAZAWA Y. Scale effects of MS-222 on a marine teleost, *Porgy pagrus major*[J]. *Aquaculture*, 1994, 121: 369-379.
- [7] MALMSTROEM T, SALTE R, GJOEN H M, et al. A practical evaluation of metomidate and MS-222 as anaesthetics for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)[J]. *Aquaculture*, 1993, 113(4): 331-338.
- [8] MARKING L L, MEYER F P. Are better anesthetics needed in fisheries? [J]. *Fisheries*, 1985, 10(6): 2-5.
- [9] WANG X H, ZHANG Y W, YANG C Z. Anaesthetic effect of MS-222 on flounder *Paralichthys olivaceus* [J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2009, 30(3): 1-6. 王秀华,张烨伟,杨春志. MS-222 对牙鲆麻醉效果的研究[J]. *渔业科学进展*, 2009, 30(3): 1-6.
- [10] LIU C L, CHEN S Q, HE L, et al. Effects of MS-222 as an anaesthetic on adult *Cynoglossus semilaevis* Günther[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2008, 15(1): 92-99. 刘长琳,陈四清,何力,等. MS-222 对半滑舌鲷成鱼的麻醉效果研究[J]. *中国水产科学*, 2008, 15(1): 92-99.
- [11] GUAN J, LIU X Z, MA X K, et al. Study on the oxygen consumption rate and asphyxiation point of *Cynoglossus semilaevis* Günther larvae[J]. *Marine Fisheries Research*, 2006, 27(2): 80-86. 关键,柳学周,马学坤,等. 半滑舌鲷幼鱼耗氧率和窒息点的研究[J]. *海洋水产研究*, 2006, 27(2): 80-86.
- [12] LIU X F, LIU X Z, LIAN J H, et al. Large scale artificial reproduction and rearing of Senegal sole, *Solea senegalensis* Kaup[J]. *Marine Fisheries Research*, 2008, 29(2): 10-16. 刘新富,柳学周,连建华,等. 塞内加尔鲷规模化人工繁育技术研究[J]. *海洋水产研究*, 2008, 29(2): 10-16.
- [13] 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. 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.
- [14] MAHMUT Y, METIN K. The anaesthetic effects of Quinaldine Sulphate and/or Diazepam on Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) juven-

- iles[J]. Turk. J. Vet. Anim. Scil., 2001, 25: 185-189.
- [15] ZHANG Z H, CONG J R, WANG B, et al. The effect of anaesthetic eugenol on the oxygen consumption rates of *Trachinoyus blochii* [J]. Marine Science, 2003, 27(6):11-14. 张朝晖,丛娇日,王波,等. 麻醉剂丁香酚对黄腊鲈耗氧的影响[J]. 海洋科学, 2003, 27(6):11-14.
- [16] 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: 509-529.

## Study on Anaesthetic Effects of MS-222 on Adult *Verasper variegates*

ZHAO Ming<sup>1,2</sup>, LIU Xue-zhou<sup>2</sup>, XU Yong-jiang<sup>2</sup>, LAN Gong-gang<sup>3</sup>, NI Na<sup>2</sup>

(1. Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Zhonghai Fisheries Co., Ltd., Qingdao 266414, China)

**Abstract:** The anaesthetic effects of MS-222 on adult *Verasper variegates* depend upon water temperature (for example, 15°C, 20°C and 25°C) and MS-222 concentration. Based on the behavior characteristics of the fish at its final anaesthetic status and in the revival process, the final anaesthetic status can be divided into six stages, and the revival process into four stages. The effective anaesthetic concentrations of MS-222 on adult *Verasper variegates* at 15 °C, 20 °C and 25 °C are 180~300 mg/L, 160~280 mg/L and 150~230 mg/L respectively. It is shown in the results that the effective concentration of MS-222 becomes lower with higher water temperature. Within the effective concentration ranges described above, the higher the concentration of MS-222 is, the shorter the time for the fish to be anaesthetized up to Stage 4, while the time for the fish to revive are rather independent upon MS-222 concentration. If MS-222 concentration remains unchanged, the MS-222 anaesthetic effects on the fish become stronger as the water temperature is increased. MS-222 as a fish anaesthetics is effective, it enables the fish to be rapidly anaesthetized, and then to revive soon after the fish has been anaesthetized. Also it is safe within a wider dosage range for the anaesthetization. Therefore MS-222 is an ideal fish anesthetic.

**Key words:** MS-222; anaesthetization; *Verasper variegates*; effective mass-concentration

**Received:** August 10, 2009