

麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼 *Brachymystax lenok* (Pallas) 幼鱼 麻醉效果的研究

王振刚¹ 边昕宇^{1,2} 王茂林^{1,2*} 文逊智³

刘 钢^{1,2} 王 伟^{1,2} 孟照勇^{1,2}

1. 大连海洋大学农业农村部海水增养殖学重点实验室, 大连;

2. 辽宁省北方鱼类应用生物学与增养殖重点实验室, 大连;

3. 桓仁渔众不同家庭农场有限公司, 本溪

邮箱: wml13804@126.com

摘 要: 本实验研究了不同浓度 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果。结果表明: 细鳞鱼幼鱼的麻醉过程可分为不被麻醉、轻度麻醉、中度麻醉和深度麻醉; 在不同浓度 MS-222 条件下, 细鳞鱼幼鱼进入不同麻醉程度的时间有差异; 在 30 mg/l 浓度下, MS-222 处理 900 s, 细鳞鱼幼鱼 100% 呈现轻度麻醉; 在 35 mg/l 浓度下, 301.5 s 幼鱼全部进入轻度麻醉, 567 s 呈现中度麻醉; 在 40 mg/l 浓度下, 57.5 s 幼鱼全部进入轻度麻醉, 638.5 s 呈现深度麻醉; 在 45 mg/l, 120 s 幼鱼直接进入中度麻醉, 528.5 s 呈现深度麻醉; 在 45 mg/l~55 mg/l 浓度范围, 幼鱼 100% 呈现深度麻醉的情况, 且麻醉时间逐渐缩短。浓度超过 45 mg/l, 麻醉时间超过 12 h, 细鳞鱼幼鱼出现了死亡, 因此使用麻醉剂 MS-222 需要注意浓度和使用时间。

文章引用: 王振刚, 边昕宇, 王茂林, 等. 麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼 *Brachymystax lenok* (Pallas) 幼鱼麻醉效果的研究 [J]. 农业科学进展, 2019, 1 (1): 15-23.

<https://doi.org/10.35534/aas.0101002>

关键词: 细鳞鱼幼鱼; MS-222; 麻醉

收稿日期: 2019-06-28; 录用日期: 2019-07-16; 发表日期: 2019-07-26

Anesthetic effect of MS-222 on *Brachymystax lenok* Pallas

Wang Zhengang¹ Bian Xinyu^{1,2} Wang Maolin^{1,2*} Wen Xunzhi³

Liu Gang^{1,2} Wang Wei^{1,2} Meng Zhaoyong^{1,2}

1. Key Laboratory of Mariculture, Ministry Agriculture, Dalian Ocean University,

Dalian ;

2. Key Laboratory of Applied Biology and Aquaculture in North China, Dalian;

3. Huanren Fisherman Special Family Farm Co., Ltd., Benxi

Abstract: The anesthetic effect of different concentrations of MS-222 on *Brachymystax lenok* Pallas was observed. The results showed that the anesthetic effect of juvenile fish was a gradual process, which can be divided into four groups: non-anaesthesia, light anaesthesia, moderate anaesthesia and deep anaesthesia. There were differences in the time of entering different anaesthesia degree at different concentration of MS-222. In the process of 900 s treated with MS-222, 100% of juvenile fish showed light anaesthesia under the concentration of 30 mg/l. At 301.5 s, juvenile fish all entered mild anaesthesia during the concentration of 35 mg/l, 567 s showed moderate anaesthesia. At 57.5 s, juvenile fish all entered mild anaesthesia during the concentration of 40 mg/l, 638.5 s showed deep anaesthesia. During the experiment, 100% of 45 mg/l ~ 55 mg/l showed deep anaesthesia, and the duration of all anaesthesia was shortened gradually. When the

concentration exceeded 45 mg/l, and the anesthesia time exceeded 12 hours, the juvenile fish died. Therefore, attention should be paid to the concentration and time of the anesthetic MS-222.

Key words: *Brachymystax lenok* Pallas; MS-222; Anesthesia

Received: 2019-06-28; Accepted: 2019-07-16; Published: 2019-07-26

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1 背景

细鳞鱼 (*Brachymystax lenok* Pallas) 又可称细鳞鲑, 因鳞片细小而被命名, 在分类学上属鲑形目、鲑科、细鳞鲑属, 为冷水性山麓鱼类。细鳞鱼是主要产于我国北方的名贵冷水性鱼类, 常在水流速度很快、水质干净、底质为石头的河流中活动。近年来, 因为人类的过度捕捞、环境变化等原因, 细鳞鱼的自然资源大量减少, 已濒临灭绝。细鳞鱼在生物学上具有重要的学术研究价值, 同时被列为我国国家二级保护水生野生动物。细鳞鱼因肉质细嫩, 脂肪含量高, 营养丰富, 价值高等优点而被作为新的养殖对象 [1] [2]。然而, 细鳞鱼对外界刺激反应强烈, 运输成活率低, 因此有必要开展细鳞鱼的麻醉研究。

麻醉剂可以使鱼的鳃动频率下降, 鱼体内新陈代谢减缓, 鱼对氧气的需求量减少, 从而方便鱼的运输、繁殖等其他操作。麻醉剂 MS-222 化学全称为烷基磺酸盐同位氨基苯甲酸乙酯, 化学式是 $C_6H_{11}O_2N+CH_3SO_3H$, 白色结晶粉末, 易溶于水。MS-222 目前被广泛地应用于鱼类在运输、繁殖、称量、标志等全过程, 麻醉和镇静的效果显著 [3] [4]。一般对鱼类使用麻醉剂 MS-222 时, 会

采用浸浴的方式,根据鱼的种类、规格称取药物,通过实验确定最适的使用浓度,配好溶液,将鱼浸于水体中。通常最适的浓度是鱼呈正常游动状态,保持静止不动,有声响时仅尾部轻微摆动,用手指触及头部时反应迟钝,用手去抓时不能及时逃避[3]。麻醉后放入清水中,鱼可在 5 ~ 30 分钟内苏醒过来。研究表明,使用麻醉剂 MS-222 运输活鱼,鱼成活率高,鱼体无异味,对人体安全无害[5]。

本实验使用麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼进行麻醉处理,研究细鳞鱼幼鱼使用麻醉剂 MS-222 的最适浓度,以解决目前在细鳞鱼幼鱼的运输过程中幼鱼大量死亡的问题。

2 实验材料及方法

2.1 材料

实验细鳞鱼幼鱼购自本溪桓仁渔众不同家庭农场有限公司,置于大连海洋大学实验室循环系统饲养 10 d。选用鱼体健康、体表有光泽的幼鱼(体长 9.41 ± 0.85 cm, 体重 6.18 ± 1.69 g) 进行实验。暂养水体温度 10℃, Do 大于 5 mg/L, pH8.0, 暂养过程每天投喂山东升索牌鱼用配合饲料 1 次,每天虹吸管吸底 1 次吸除残饵粪便,3 d 换水 1 次,每次 1/3。

2.2 实验方法

麻醉剂 MS-222 购自北京格林恒兴生物科技有限公司,实验开始前 1 d 停食。

2.2.1 不同浓度 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果实验

进行预实验确定麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼麻醉影响的实验浓度。根据预实验设置 30 mg/l、35 mg/l、40 mg/l、45 mg/l、50 mg/l、55 mg/l 六个浓度组,每个浓度组准备一个三升水桶,每个水桶加入两升水,配置相应浓度的 MS-222 溶液,每个桶中放入体型差不多的健康细鳞鱼幼鱼五尾,每组 1 个平行,水温 13℃,观察桶内细鳞鱼幼鱼的状态,并用计时器进行计时。实验时间 15 min, 15 min 后将细鳞鱼幼鱼放入清水中记录幼鱼苏醒时间。

实验中,加入实验鱼后开始计时,当样本细鳞鱼幼鱼出现停止游动、呼吸

减慢、侧躺在桶底等症状时表示被麻醉；放入清水后，当样本细鳞鱼幼鱼恢复游动、呼吸正常时即为苏醒。实验中细鳞鱼幼鱼的麻醉程度依据表 1。

表 1 细鳞鱼幼鱼的麻醉程度

Table 1 The anesthesia stage of juvenile *Brachymystax lenok*

麻醉程度分期	行为特征
不麻醉 (non-anesthesia)	状态与清水中一样，对外界反应明显，呼吸正常，身体平衡
轻度麻醉 (light anesthesia)	呼吸正常，有一定的不适反应，对外界反应稍弱
中度麻醉 (moderate anesthesia)	对外界反应很弱，身体失去平衡，侧躺于桶底，间歇游动，呼吸变慢
深度麻醉 (deep anesthesia)	丧失反应能力，侧躺于桶底，呼吸很慢

2.2.2 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的致死浓度实验

根据不同浓度 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果实验的结果，设置 12.5 mg/l、25 mg/l、30 mg/l、35 mg/l、40 mg/l、45 mg/l 六个浓度组，每个浓度组使用三升的水桶，倒入两升水，每个桶中放入体型差不多的较活泼的细鳞鱼幼鱼五尾，并将事先称量好的麻醉剂 MS-222 倒入对应浓度组的桶中，将供氧设施也插入桶中，分别在 12 h、24 h、48 h 三个时间点进行观察，并记录桶内细鳞鱼幼鱼的死亡率，测出麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的致死浓度。

本实验中，除了特定时间点的观察外，尽量不要惊扰实验中的样本细鳞鱼幼鱼；实验过程中一旦发现鱼死亡（鱼体弯曲僵硬）要立刻将死鱼移除，以防止水质污染，实验进行一次平行实验。

2.3 数据统计方法

实验数据用平均值 \pm 标准差 ($M \pm SD$) 表示，用 SPSS13.0 软件进行生物学统计。

3 结果

3.1 不同浓度 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果

结果如表 2 所示，麻醉剂 MS-222 的浓度为 30 mg/l 时，900 s 内细鳞鱼幼鱼仅出现一些不适反应和轻度麻醉的反应，活动能力依然存在，656 s 后幼鱼开始

表现出轻度麻醉现象, 900 s 时将鱼放入清水中后, 鱼 16 s 便完全恢复正常。

麻醉剂 MS-222 的浓度为 35 mg/l 时, 出现了轻度麻醉和中度麻醉现象, 301.5 s 出现轻度麻醉现象, 567 s 鱼出现了侧躺于桶底又起来游动的中度麻醉反应, 最早 368 s 第一尾鱼出现了侧躺于桶底又起来游动的中度麻醉现象, 最晚 850 s 鱼出现了侧躺于桶底又起来游动的中度麻醉现象, 900s 内 80% 的鱼出现中度麻醉现象, 20% 的鱼出现轻度麻醉现象, 将鱼放入清水后, 74.5 s 鱼全部恢复正常。

麻醉剂 MS-222 的浓度为 40 mg/l 时出现了轻度麻醉、中度麻醉和重度麻醉, 57.5 s 鱼进入轻度麻醉状态, 140 s 第一尾鱼出现侧躺于桶底又起来游动的中度麻醉现象, 该鱼在 302 s 时出现侧躺于桶底, 呼吸减慢的深度麻醉现象; 235 s 第二尾鱼出现侧躺于桶底又起来游动的中度麻醉现象, 该鱼在 415 s 时出现侧躺于桶底, 呼吸减慢的深度麻醉现象; 630 s 最后一尾鱼也出现了中度麻醉现象。900 s 内 60% 的鱼出现深度麻醉现象, 40% 的鱼出现中度麻醉现象, 将鱼放入清水后, 80 s 鱼全部恢复正常。

麻醉剂 MS-222 的浓度为 45 mg/l 时, 未出现轻度麻醉现象, 直接出现中度麻醉和重度麻醉现象, 120 s 出现中度麻醉症状, 第一尾鱼在 137 s 时出现侧躺于桶底, 呼吸减慢的深度麻醉现象; 最后一尾鱼在 682 s 时出现深度麻醉现象。900 s 内 100% 的鱼出现深度麻醉现象, 立即放入清水后, 90 s 后全部恢复正常。

麻醉剂 MS-222 的浓度为 50 mg/l 时, 出现中度麻醉和重度麻醉现象, 84 s 出现中度麻醉症状, 第一尾鱼在 122 s 时出现侧躺于桶底, 呼吸减慢的深度麻醉现象, 最后一尾鱼在 206 s 时出现深度麻醉现象, 900 s 内 100% 的鱼出现深度麻醉现象, 放入清水后, 110 s 后全部恢复正常。

麻醉剂 MS-222 的浓度为 55 mg/l 时, 出现中度麻醉和重度麻醉现象, 56.5 s 出现中度麻醉症状, 第一尾鱼在 114 s 时出现侧躺于桶底, 呼吸减慢的深度麻醉现象, 最后一尾鱼在 187 s 时深度麻醉现象, 900 s 内 100% 的鱼出现深度麻醉现象, 放入清水后, 130 s 后全部恢复正常。

由平行实验可知, 麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果为一渐变的过程, 分为不麻醉 (A) 状态与清水中一样; 轻度麻醉 (B) 有一定的不适反应; 中度麻醉 (C) 侧躺于桶底又起来游动; 深度麻醉 (D) 侧躺于桶底, 呼吸减慢 (见表 2)。

表 2 麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的麻醉效果

Table 2 The anesthesia effects of MS-222 on juvenile *Brachymystax*

浓度 (mg/l)	进入不同麻醉程度的时间 (s)				苏醒时间 (s)	存活率 %
	A	B	C	D		
30 mg/l	0	656			16	100
35 mg/l	0	301.5	567		74.5	100
40 mg/l	0	57.5	607.5	638.5	80	100
45 mg/l	0		120	528.5	90	100
50 mg/l	0		84	201.5	112.5	100
55 mg/l	0		56.5	174.5	135	100

注：不麻醉 (A)：状态与清水中一样；轻度麻醉 (B)：有一定的不适反应；中度麻醉 (C)：侧躺于桶底又起来游动；深度麻醉 (D)：侧躺于桶底，呼吸减慢。

3.2 麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的致死浓度

不同浓度 MS-222 下细鳞鱼幼鱼 48 h 内存活情况如表 3 所示。

表 3 麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的致死浓度

Table 3 The anesthesia lethal concentration of MS-222 on juvenile *Brachymystax*

麻醉剂浓度 (mg/l)	实验死亡率 %		
	12 h	24 h	48 h
12.5 mg/l	0	0	0
25 mg/l	0	0	0
30 mg/l	0	0	0
35 mg/l	0	0	0
40 mg/l	0	0	0
45 mg/l	40	70	70

两次实验过程中，12.5 mg/l、25 mg/l、30 mg/l 三个浓度下，48 h 内样本细鳞鱼幼鱼都未出现异常状态和死亡。35 mg/l 和 40 mg/l 浓度下从 12 h 第一次观察开始到 48 h 第三次观察结束，都是 80% 的鱼出现深度麻醉现象，20% 的鱼为中度麻醉现象。45 mg/l 的浓度下，12 h 40% 的鱼死亡，60% 鱼呈现深度麻醉现象，24 h 和 48 h，死亡率达到 70%，剩下 30% 的鱼仍处于深度麻醉状态。

4 讨论

随着人们生活水平的提高，人们都希望能吃到鲜活的鱼。鱼在运输过程中，

很容易因为缺氧和相互撞击而死亡，所以需要麻醉剂的使用。麻醉剂 MS-222 溶解于水后，主要通过鱼的呼吸作用进入鱼体中，通过抑制神经兴奋来达到麻醉的效果。而根据鱼的表现可以得出麻醉的程度，麻醉的鱼逐渐会出现呼吸频率降低、游动速度减慢、沉底、游动不稳、侧卧于容器底部、翻白等行为。麻醉剂 MS-222 进入鱼体后主要会积累于鱼的肝脏和脾脏中，所以过高浓度的麻醉剂 MS-222 会导致被麻醉鱼的死亡 [7] [8] [9]。根据麻醉机理麻醉剂 MS-222 是很好的选择，因为一般人们在烹饪鱼之前会剔除鱼的全部内脏。

细鳞鱼是大型名贵冷水性鱼类，常在河流流速很快、水质清亮干净、底质为大型石头的河段中活动，细鳞鱼游动速度很快，并且对外界刺激反应强烈 [6]，运输成活率低，因此有必要开展细鳞鱼的麻醉研究。

根据实验中细鳞鱼幼鱼被麻醉的情况将麻醉程度分成了四个程度，分别是不被麻醉、轻度麻醉、中度麻醉和深度麻醉。之所以要设置不麻醉这一程度，是因为无论是效果多好的麻醉剂都会有一个最低的起效浓度，低于这一浓度的条件下，与不会出现任何与平时不同的表现。本实验的结果只能表示麻醉剂 MS-222 对体长 8 ~ 10 cm 的细鳞鱼幼鱼的麻醉效果，不能说明对其他规格的细鳞鱼或其他鱼种的麻醉效果。

麻醉剂 MS-222 的剂量与细鳞鱼幼鱼被麻醉情况具有密切的关联。杨希等 [10] 在秦岭细鳞鲑人工繁育和人工标记中认为以浓度为 45 mg/L 的 MS-222 效果最佳，而放流前麻醉运输的最适麻醉浓度为 10 mg/L，认为麻醉剂 MS-222 的可用浓度范围为 0 ~ 50 mg/L，当 MS-222 的浓度达到 45 mg/L，对秦岭细鳞鲑亲鱼麻醉效果最佳。本实验通过测定观察不同浓度的麻醉剂 MS-222 的水环境下的细鳞鱼幼鱼的情况，得到的麻醉剂 MS-222 对细鳞鱼幼鱼的致死浓度在 40 mg/l ~ 45 mg/l 之间，在浓度 45 mg/l 的条件下细鳞鱼幼鱼出现了死亡。因为每尾细鳞鱼的身体状况并不相同，对高浓度的麻醉剂的忍受能力也不同，即使是平行实验也有很大的偏差，因此使用麻醉剂 MS-222 需要注意浓度和使用时间。

基金项目

本文系辽宁省教育厅服务地方项目（DL201703）；辽宁省海洋产业技术研

究院项目 (2018-CY-33)。

参考文献

- [1] 李建军. 细鳞鱼人工繁殖研究进展 [J]. 黑龙江水产, 2018 (1): 31-33. <https://doi.org/10.1007/s12480-018-0021-y>
- [2] 王国兴, 寇景莲. 细鳞鱼网箱养殖技术试验 [J]. 中国水产, 2017 (7): 96-97. <https://doi.org/10.21820/23987073.2017.4.96>
- [3] 吕书为, 雷红涛, 孙远明. 鱼用麻醉剂安全性研究进展 [J]. 食品科学, 2012, 33 (1): 267-270.
- [4] 田家元, 王京树, 万建义, 等. MS-222 不同处理方式对史氏鲟和中华鲟麻醉效果的影响 [J]. 水生态学杂志, 2011, 32 (5): 87-90.
- [5] 陈守义. 鱼类麻醉剂在活鱼运输中的应用 [J]. 水产科学, 1992, 10 (11): 21-23.
- [6] 白亚荣, 武二栓, 宗振东, 等. 细鳞鱼人工繁育及大型水域放流增殖技术 [J]. 内蒙古农业科技, 2015, 43 (5): 101-103.
- [7] Bolasina S N. Cortisol and hematological response in Brazilian codling, *Urophycis brasiliensis* (Pisces, Phycidae) subjected to anesthetic treatment [J]. Aquaculture International, 2006, 14 (6): 569-575. <https://doi.org/10.1007/s10499-006-9055-0>
- [8] Bourne P K. The use of MS 222 (tricaine methanesulphonate) as an anaesthetic for routine blood sampling in three species of marine teleosts [J]. Aquaculture, 1984, 36 (4): 313-321. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(84\)90324-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(84)90324-7)
- [9] Hajek G J, Klyszejko B, Dziaman R. The anaesthetic effects of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L [J]. Acta Ichthyologica Et Piscatoria, 2006, 36 (2): 93-97. <https://doi.org/10.3750/AIP2006.36.2.01>
- [10] 杨希, 李平, 袁永峰, 等. MS-222 麻醉秦岭细鳞鲑效果的研究 [J]. 动物医学进展, 2018, 39 (4): 71-75.