

邓龙君,甘维熊,刘小帅,等. MS-222 麻醉剂对短须裂腹鱼人工繁殖的麻醉影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):167-171.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.041

MS-222 麻醉剂对短须裂腹鱼人工繁殖的麻醉影响

邓龙君,甘维熊,刘小帅,曾如奎,刘明昌,曾焱,朱欧,冯钢

(雅砻江流域水电开发有限公司,四川成都 610051)

摘要:在 $(14.5 \pm 1)^\circ\text{C}$ 水温下,研究 MS-222 麻醉剂对短须裂腹鱼 (*Schizothorax wangchiachii*) 人工繁殖的影响,采用 80 mg/L MS-222 对亲鱼进行催产和授精 2 次重复麻醉,麻醉后人工采卵授精,并于空气中暴露 4 min 后复苏,测定麻醉和复苏时间,观察记录亲鱼的行为表现。结果表明,雌、雄亲鱼的平均麻醉时间分别为 181.3、157 s,麻醉时间与规格大小呈正相关;麻醉后亲鱼的挣扎次数和强度明显减弱,雌鱼离水至采卵完成的平均时间为 49 s,极显著低于对照组 ($P < 0.01$);暴露期间雌雄亲鱼分别在 110 和 89 s 时,出现头部挣扎,随时间延长挣扎越强烈;在清水中复苏,雌雄亲鱼的平均复苏时间分别为 135.5 和 101.3 s;经分析麻醉组的平均受精率 (77.0%) 与对照组 (74.6%) 无明显。说明在 80 mg/L MS-222 处理下,亲鱼可快速麻醉并顺利采卵授精,但完成时间应控制在 89 s 内;干法授精可有效降低 MS-222 对受精率的影响。

关键词:MS-222 麻醉剂;短须裂腹鱼;人工繁殖;麻醉效果

中图分类号:S961.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)07-0167-04

短须裂腹鱼 (*Schizothorax wangchiachii*) 隶属裂腹鱼亚科 (Schizothoracinae) 裂腹鱼属 (*Schizothorax* Heckel), 主要分布于大渡河、雅砻江、金沙江和乌江等水系,是各产区重要的经济鱼类。近年来,由于过度捕捞、水质污染以及水利枢纽建设等因素造成其野生资源量急剧下降,目前已被多个水电站列入近期增殖放流鱼类。短须裂腹鱼喜急流、阴暗和安静环境,游动迅捷,在增殖放流过程中常因人为操作而反应过度,妨碍了科学试验和生产工作的顺利进行,且较易造成损伤甚至死亡。为缓解应激反应,使鱼安静并顺利开展相关工作,选择和使用适宜的麻醉剂显得十分必要。在众多鱼用麻醉剂中,MS-222 被当前世界各国广泛使用。目前,国内学者们已对泥鳅 (*Misgurnus anguillicaudatus*)、斑点叉尾鲷 (*Ictalurus punctatus*)、鳊鱼 (*Siniperca chuatsi*)、中华鲟 (*Acipenser sinensis*)、施氏鲟 (*Acipenser schrenckii*)、长鳍吻鲟 (*Rhinogobio ventralis*)、厚颌鲂 (*Megalobrama pellegrini*) 和光唇裂腹鱼 (*Schizothorax lissolabius*) 等^[1-7] 数 10 种淡水鱼开展了麻醉研究,但尚未见有关麻醉短须裂腹鱼的报道。在水温 $(14.5 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下,本试验采用 MS-222 研究有效麻醉浓度、空气中暴露时间和重复麻醉对亲鱼人工繁殖的影响,以期对 MS-222 应用于短须裂腹鱼的人工增殖和放流保护提供参考资料,并为同一江段的长丝裂腹鱼、细鳞裂腹鱼和四川裂腹鱼的增殖放流提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

收稿日期:2016-11-08

基金项目:雅砻江流域水电开发有限公司项目(编号:JPJA-201225)。

作者简介:邓龙君(1982—),男,四川绵阳人,硕士研究生,高级工程师,主要从事雅砻江保护及特有鱼类的人工增殖和放流保护方面的研究。E-mail:denglongjun@ylhdc.com.cn。

试验用水:采用雅砻江支沟磨子沟水,符合国家二类水质标准。经循环水系统和温控系统处理,车间和催产池水温 $(14.5 \pm 1)^\circ\text{C}$, pH 值为 8.4,溶解氧 (dissolved oxygen, 简称 DO) 含量 ≥ 8 mg/L。

试验用鱼:短须裂腹鱼苗为锦屏·官地鱼类增殖站 2014 年自行繁殖的鱼苗,平均体长 (17.9 ± 1.7) cm,平均体质量 (50.8 ± 15.3) g,健壮无伤,试验前暂养于养殖缸 ($r = 1$ m) 内,试验开始前 24 h 进行停食。雌亲鱼腹部膨大柔软,体长 44.5~64.5 cm,体质量 0.9~3.3 kg;雄亲鱼珠星明显,体长 37.5~48.0 cm,体质量 0.5~1.3 kg,产前暂养于 25 m² 的催产池内,进行流水刺激,产卵期间不投食。

试验药品及仪器:鱼用麻醉剂 MS-222 (间氨基苯甲酸乙酯甲磺酸盐),购自上海康汀生物科技公司(纯度 $\geq 98\%$)。HI 9829 多参数水质测定仪,哈纳沃德仪器公司;FA2004 电子天平(最大称量值 = 200 g,精确度 = 0.1 mg),上海舜宇恒平科学仪器公司;Scout SE 电子天平(最大称量值 = 600 g,精确度 = 0.01 g),奥豪斯仪器公司。

1.2 试验设计

在人工繁殖中,亲鱼在催产和授精时需多次重复麻醉,麻醉后的亲鱼在授精时会离水并于空气中暴露一定时间,暴露时间依据卵子的排空时间而定。本研究选择 MS-222 并设置 40、60、70、80、100 mg/L 共 5 个浓度,首先以鱼苗为对象,测定有效麻醉浓度;其次在有效浓度中深度麻醉鱼苗并于空气中暴露 2~12 min 后复苏,确定适宜的暴露时间范围;同时在有效浓度中每隔 4 h 深度麻醉鱼苗 1 次,共 4 次,测试反复麻醉对复苏的影响。在此基础上,以待产亲鱼为对象,测定有效浓度、空气中暴露时间和重复麻醉对其人工繁殖和受精率的影响。

1.3 不同浓度 MS-222 溶液的 pH 值

不同浓度 MS-222 溶液测得的 pH 值见表 1,可见 pH 值变化包含在淡水渔业水质标准的 pH 值 6.5~8.5 范围内,因

而各组未添加 NaHCO₃ 进行 pH 值调节。

表 1 不同浓度 MS-222 溶液的 pH 值

MS-222 浓度 (mg/L)	pH 值
0	8.40
40	7.51
60	7.27
70	7.18
80	7.12
100	7.00

表 2 麻醉和复苏过程分期及鱼的行为特征

麻醉(A)和复苏(R)分期	行为特征
A0 期(正常状态)	对外界刺激反应灵敏,呼吸频率及肌肉收缩正常,无异常行为
A1 期(深度镇静期)	触觉丧失(碰触时反应迟钝),使其平躺挣扎后能恢复到正常状态
A2 期(轻度麻醉期)	肌肉张力略失,使其平躺头尾上翘呈弓形摆动,但不能翻身
A3 期(麻醉期)	鱼体侧卧静止,肌肉张力和平衡丧失,鳃盖振动变缓
A4 期(深度麻醉期)	完全丧失反应能力,鱼体侧卧静止,鳃盖振动不连续
A5 期(延髓麻醉期)	鳃盖停止张合
R1 期(鳃动期)	静止侧卧,鳃盖开始恢复张合,尾部恢复摆动
R2 期(挣扎期)	开始挣扎游动,但无法恢复身体平衡,鳃盖张合正常
R3 期(游动期)	游动迟缓,身体平衡完全恢复,对外界反应逐渐恢复
R4 期(正常期)	游动敏捷,触觉恢复,行为完全恢复正常

1.5 预试验

(1)MS-222 对鱼苗的麻醉效果:依据设计浓度,准确称取 MS-222 分别放入 6 个圆形塑料盆内($r=23\text{ cm}$),每盆均装有 10 L 洁净的循环水,充分搅拌均匀并静止 2 min。将 75 尾鱼苗随机分成 5 组,每组 15 尾,分别放入以上配好的 MS-222 溶液中浸浴 15 min 后立即移出放入相同体积的循环水中进行复苏。观察鱼的行为特征,记录麻醉和复苏时间,以 ≥ 8 尾鱼苗达到某一阶段特征的时间为准,测定有效麻醉浓度,并统计成活率。

(2)暴露时间对深度麻醉鱼苗复苏的影响:将 35 尾鱼苗放入有效麻醉浓度中 8 min 深麻,然后移出并用湿毛巾包裹鱼体中后部,置于空气中暴露 0(对照)、2、4、6、8、10、12 min,之后再放入相同体积的循环水中复苏,记录复苏时间,每分钟数用鱼 5 尾,并统计复苏率。

(3)反复麻醉对深度麻醉鱼苗复苏的影响:将 5 尾鱼苗放入有效麻醉浓度中 8 min 深麻,然后移出并用湿毛巾包裹鱼体中后部,置于空气中暴露 6 min 后放入相同体积的循环水中复苏,记录复苏时间。每间隔 4 h 重复麻醉 1 次,连续麻醉 4 次。

1.6 MS-222 对亲鱼人工繁殖的影响

3 月 19 日挑选一批短须裂腹鱼亲鱼,20 日 19:00 用有效麻醉浓度的 MS-222 将其麻醉后一次性注射促黄体激素释放激素类似物 A₂ 型(LHRH-A₂)(16 $\mu\text{g/kg}$)、马来酸地欧酮(DOM)(5 mg/kg)和绒毛膜促性腺激素(HCG)(1 400 IU/kg),23 日 08:30 挑选临产雌鱼 8 尾,配对雄鱼 8 尾,随机分为 2 组。麻醉组采取单对试验法,将 1 对雌雄亲鱼放入有效浓度中麻醉,观察鱼的行为特征,记录麻醉时间;将进入麻醉期的亲鱼移出并计时,用湿毛巾包裹并拭干,实施采卵授精,记录离水拭干和卵子排空时间;延长亲鱼在空气中暴露时间至 4 min,然后立即放入清水中进行复苏,记录复苏时间。对照组亲鱼不麻醉,直接采卵授精。授精后将受精卵清

1.4 麻醉和复苏判定标准

参考 MS-222 麻醉鳊鱼研究中的麻醉和复苏不同阶段鱼的行为特征^[3]作为判断标准,并结合试验鱼的实际表现,将麻醉和复苏分别分为 5 个阶段和 4 个阶段(表 2)。麻醉时间从鱼被放入麻醉液中开始到麻醉 A3 期为止。复苏时间从麻醉鱼进入清水中开始到复苏 R3 期为止,1 h 内未苏醒判定为死亡。根据 Marking 等认定的理想麻醉浓度标准^[8],本试验有效麻醉浓度设定为 3 min 内麻醉,5 min 内复苏,15 min 后成活率是 100% 的浓度。

洗 3 次并脱黏放入孵化框中孵化,统计受精率。

1.7 数据处理

所有数据采用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析,结果以“平均数 \pm 标准差”表示。采用 Excel 进行回归分析,结果以回归方程和相关系数表示。

2 结果与分析

2.1 MS-222 对鱼苗的麻醉效果

由表 3 可知,随着浓度的增加,麻醉时间呈现递减,而复苏时间呈现增加的变化趋势,各组鱼苗在浸浴 15 min 后全部存活,24 h 后无一死亡。40 mg/L 浓度下,鱼苗一直处于深度镇静的 A1 期,在 358.6 s 后小部分鱼苗在缓慢游动,大部分鱼苗静止不动,少数个体身体微侧,使其平躺后挣扎能恢复,15 min 后放入清水中迅速恢复。60 mg/L 浓度下不能达到深度麻醉的 A4 期,70 mg/L 浓度下不能达到延髓麻醉的 A5 期。80 mg/L 浓度下麻醉时间(140.4 s) $< 3\text{ min}$,复苏时间(181.3 s) $< 5\text{ min}$,而 100 mg/L 浓度下的复苏时间(327.2 s)则 $> 5\text{ min}$,因此 80 mg/LMS-222 为鱼苗的有效麻醉浓度。

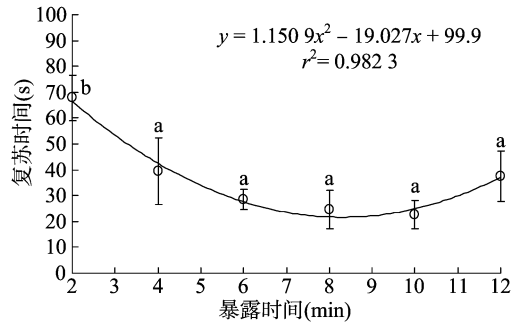
2.2 暴露时间对深度麻醉鱼苗复苏的影响

深度麻醉的鱼苗在暴露不同时间全部复苏成活,由图 1 可知,暴露初期,各组鱼苗均呈现 A4 期深度麻醉的典型特征,鱼体平躺静止,对外界刺激无反应。随着暴露时间的增加,呼吸逐渐恢复,在空气中暴露 286 s 后,暴露时间为 6~12 min 的 4 个组均有 1 尾鱼头部或尾部上翘挣扎,随时间延长挣扎越强烈。复苏时间随着暴露时间的延长呈现先下降后增加的趋势。暴露 0 min(对照)时,复苏时间为 129.8 s,极显著高于其他各组($P<0.01$);暴露 2 min 时复苏时间为 67.8 s,显著高于暴露 4~12 min 的 5 个组($P<0.05$);暴露 10 min 时复苏时间最少,为 22.6 s,暴露 12 min 时复苏时间(37.6 s)则开始上升;但暴露 4~12 min 的 5 个组的复苏时间差异并不显著($P>0.05$)。

表 3 不同浓度 MS-222 对鱼苗的麻醉效果

MS-222 浓度 (mg/L)	进入不同麻醉程度的时间(s)					达到不同复苏程度的时间(s)			成活率 (%)
	A1 期	A2 期	A3 期	A4 期	A5 期	R1 期	R2 期	R3 期	
40	243.8	—	—	—	—	—	—	—	100
60	144.1	251.4	568.8	—	—	23.2	52.9	85.4	100
70	87.6	160.3	242.5	655.1	—	32.9	66.6	167.4	100
80	48.2	92.6	140.4	470.8	775.5	43.7	72.5	181.3	100
100	35.3	74.7	122.6	315.2	457.4	79.2	114.9	327.2	100

注：“—”表示试验过程中未观察到相应的状态。



不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下图同
图1 空气中暴露时间对鱼苗复苏的影响

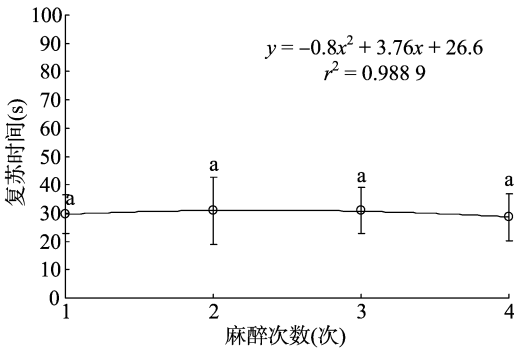


图2 反复麻醉对鱼苗复苏的影响

2.3 反复麻醉对深度麻醉鱼苗复苏的影响

反复深度麻醉鱼苗的复苏时间变化,由图2可知,经过4次重复麻醉后,鱼苗的复苏时间差异不显著($P>0.05$),平均复苏时间为30 s。

2.4 MS-222 对亲鱼麻醉和暴露后复苏的影响

80 mg/L MS-222 对亲鱼麻醉和暴露4 min后复苏的影响见表4,可见雌鱼进入麻醉A3期的平均时间为181.3 s,显

著高于雄鱼(157 s)($P<0.05$),极显著高于鱼苗(140 s)($P<0.01$),雄鱼也高于鱼苗,但差异不显著。暴露后复苏,雌鱼达到复苏R3期的平均时间为135.5 s,显著高于雄鱼(101.3 s)($P<0.05$),均极显著高于鱼苗(39.4 s)($P<0.01$)。雌鱼的麻醉时间略高于3 min,可见MS-222 80 mg/L对鱼苗和亲鱼均能起到较好的麻醉效果,但随着个体大小的增加,尤其是对于3 kg以上的亲鱼,应适当增加麻醉剂量。

表 4 MS-222 对亲鱼麻醉和暴露后复苏的影响

亲鱼	进入麻醉各阶段的时间(s)			达到复苏各阶段的时间(s)		
	A1 期	A2 期	A3 期	R1 期	R2 期	R3 期
雄鱼	53.0±6.2A	101.0±16.7a	157.0±21.6a	24.8±11.8A	48.5±16.9a	101.3±10.2a
雌鱼	84.8±13.5B	119.8±22.1a	181.3±14.4b	62.3±14.3B	81.0±12.4b	135.5±29.2b

注:同列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.5 MS-222 对亲鱼人工繁殖的影响

80 mg/L MS-222 对亲鱼人工繁殖的影响见表5,麻醉组雌鱼离水至卵子排空的平均时间为49 s,卵子排空的平均时间为25 s,分别极显著低于对照组的83.3和50.5 s($P<0.01$);且挣扎多发生于离水拭干时,雌鱼平均挣扎1.8次,尾巴左右摆动2.3次,雄鱼挣扎0.6次,尾巴摆动0.4次,仅有1

尾雌鱼在采卵时挣扎1次,尾巴摆动1次。而对照组雌鱼平均挣扎3.2次,尾巴摆动4.3次,1尾雌鱼离水时剧烈挣扎并掉落在海绵垫上,3尾雌鱼在采卵时挣扎;雄鱼挣扎1.4次,尾巴摆动2.9次,3尾雄鱼在采精时挣扎,可见麻醉后亲鱼的挣扎次数和强度均明显降低。在空气中暴露110和89 s后,雌雄亲鱼逐渐恢复苏醒并翘起头部挣扎,随着时间推移挣扎

表 5 MS-222 对亲鱼人工繁殖的影响

组别		离水拭干至卵子排空		暴露期间行为特征	受精率 (%)
分组	序号	离水拭干+卵子排空时间(s)	挣扎数(次)		
麻醉组	1	35+23=58	2	110 s时头部上翘挣扎	93.6
	2	22+27=49	2	155 s时头部上翘挣扎	79.6
	3	19+29=48	2	108 s时头部上翘挣扎	67.0
	4	20+21=41	1	208 s时头部上翘挣扎	67.6
对照组	1	41+60=101	1	—	82.4
	2	31+58=89	7	—	63.8
	3	26+39=65	3	—	58.6
	4	33+45=78	5	—	93.6

注：“—”表示未麻醉对照组无相应的状态及数据。

越强烈,尾部也摆动挣扎,甚至有腾空跳起现象,鳃盖张合开度明显大于平时,类似于人的“深呼吸”。麻醉组的平均受精率为 77%,相比对照组(74.6%)差异不明显。

3 讨论

3.1 MS-222 对短须裂腹鱼的麻醉效果

影响 MS-222 麻醉效果的因素较多,但在相同条件下,浓度起着决定性作用。本试验中,用不同浓度 MS-222 麻醉鱼苗,麻醉时间与浓度呈负相关,复苏时间与浓度则呈正相关。研究认为深度镇静期是运输的适宜时期^[9],麻醉期是操作的最佳时期^[10]。当 MS-222 浓度为 40 mg/L 时,鱼苗可深度镇静,但不能麻醉,故 40 mg/L 可作为短须裂腹鱼苗运输和亲鱼站内转运的参考浓度,但是否适宜长途运输需进一步研究;60~100 mg/L 浓度时均能麻醉,可进行短时间的试验和生产操作,但 60 mg/L 浓度时不能深度麻醉,故 60 mg/L 可作为短时间操作的安全浓度;100 mg/L 浓度时麻醉时间小于 3 min,而复苏时间比 5 min 长了 27 s,推测 90 mg/L 可能也为有效麻醉浓度,尚有待进一步研究证实。这与 MS-222 麻醉光唇裂腹鱼稚鱼^[7]的 30~40 mg/L 轻度镇静,60~70 mg/L 不能深度麻醉,75~80 mg/L 能深度麻醉的结论相似。

一般来说,鱼的规格越大,所需麻醉剂的剂量越高。本试验中,80 mg/L 浓度时鱼苗进入麻醉期的时间最短,雄亲鱼次之,雌亲鱼最长(181.3 s)且略长于 3 min,故在亲鱼催产授精时可适当增加麻醉剂量,如 3 kg 以上的亲鱼可用 90 mg/L。这与 MS-222 麻醉泥鳅^[1]、施氏鲟^[4]、大鲵^[11]的研究得出的规格越大,进入麻醉期时间越长的结论相符。Oikawa 等研究认为,仔鱼期皮肤呼吸占很大比重,造成其对麻醉剂的敏感性较强;随着生长,皮肤呼吸的相对重要性逐渐下降,而鳃呼吸逐渐占据主导地位^[12]。这可能就是光唇裂腹鱼稚鱼的有效麻醉浓度(60 mg/L)低于本试验短须裂腹鱼苗的主要原因,其次可能还有种间差异的缘故。

3.2 暴露时间和反复麻醉对短须裂腹鱼的影响

反复麻醉试验结果显示,4 次重复麻醉对短须裂腹鱼苗的复苏时间无显著影响,说明在人工繁殖中可以多次使用 MS-222 重复麻醉亲鱼,以减少在挑选转运、催产授精时造成的损伤。本试验中,亲鱼在注射催产激素和采卵授精时的 2 次麻醉也充分证明了这一点。随着鱼的年龄和规格的增加,鳃呼吸逐渐占据主导地位,所需麻醉剂量也随之增加,但经鳃吸收的麻醉剂却极易导致窒息,且复苏率偏低^[13],故在生产中不可随意增加用量和任意延长麻醉时间。

暴露试验结果显示,鱼苗在空气中暴露 4~10 min 时,复苏时间无显著差异。为此选择将进入麻醉期的亲鱼在空气中暴露 4 min 后立即复苏,雌鱼的复苏时间最长,雄鱼次之。研究表明,将麻醉后的鱼体转入清水中,MS-222 由鳃、皮肤等逐渐排出体外,其完全排出的先后顺序为肌肉、肝脏、脑和血液^[14]。规格越大的鱼,麻醉后富集的 MS-222 越多,推测亲鱼暴露于空气中后,原本通过水体的排出通道不能顺畅进行,体内神经系统的麻醉剂则随着血液循环向身体其他部分分散,由此形成“神经系统—肌肉—湿润的外部环境”之间的排出通道^[15],使得神经麻醉程度逐渐降低,鱼在一定程度上恢复苏醒,复苏时间也随之减少。

3.3 MS-222 对短须裂腹鱼人工繁殖的影响

经麻醉后的短须裂腹鱼亲鱼在采卵授精时,其挣扎次数和强度明显弱于未麻醉的对照组,且主要集中于离开水体和拭干体表水分的 10 s 左右时间。分析原因为进入麻醉期的亲鱼并未完全丧失反应能力,呼吸减弱但尚未停止,所以当亲鱼离水后会发生潜意识地挣扎,但麻醉作用使得鱼体挣扎力不从心,促使亲鱼采卵时间大为缩短,人工繁殖得以流畅进行,故亲鱼在繁殖过程中被人为损伤的程度就会大大降低。暴露期间,雌雄亲鱼分别在 110 和 89 s 后开始头部翘起挣扎,表明亲鱼在一定程度上已经苏醒并亟需水分和氧气。因此为不影响亲鱼的健康,完成 1 组麻醉后亲鱼的采卵授精应控制在 89 s 内,并立即放入清水中进行复苏。

受精卵的采集是增殖放流过程中的关键环节,影响受精率的主要因素为精卵质量和授精方法,其次为环境因素。麻醉后的短须裂腹鱼亲鱼在授精时还需要考虑麻醉剂的影响。Billard 研究认为,麻醉剂在授精稀释液中的浓度大于 0.05% 时才会影响精子的活力,麻醉剂对人工授精时产生不利影响的概率很低^[16]。Wagner 等研究认为,丁香油、MS-222 和 CO₂ 麻醉虹鳟时不会影响运动精子的百分比,但能影响精子持续运动的时间,随着麻醉剂浓度的增加,精子持续运动的时间随之缩短,但麻醉组受精卵的发育和孵化出苗的畸形率均与对照组无显著差异^[17]。本试验采用干法人工授精,拭干亲鱼体表带有 MS-222 的多余水分,以降低 MS-222 对精子持续运动时间的影响,统计分析麻醉组的受精率与对照组并无明显差异。

参考文献:

- [1] 韩光明,毕建花,张家宏,等. 间氨基苯甲酸乙酯甲磺酸盐对泥鳅的麻醉效果[J]. 广东海洋大学学报,2015,35(4):17-23.
- [2] 张民强,汪开毓,王 均,等. MS-222 对斑点叉尾鲟麻醉效果的研究[J]. 水产科技情报,2014,41(1):21-25.
- [3] 郭丰红,汪之和. MS-222 对鳊鱼成鱼麻醉效果的研究[J]. 湖南农业科学,2009(7):150-153.
- [4] 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] 管 敏,胡美洪,刘 勇,等. MS-222 对长鳍吻鲈幼鱼麻醉效果的研究[J]. 水产科技情报,2015,42(2):72-77.
- [6] 曲焕韬,刘 勇,郭文韬,等. 间氨基苯甲酸乙酯甲磺酸盐对厚颌鲂幼鱼麻醉效果的研究[J]. 水产科学,2014,33(6):374-378.
- [7] 吴敬东,刘跃天,李光华,等. MS-222 麻醉光唇裂腹鱼稚鱼的初步研究[J]. 现代农业科技,2014(11):290,294.
- [8] Marking L L, Meyer F P. Are better anesthetics needed in fisheries[J]. Fisheries,1985,10(6):2-5.
- [9] Cooke S J, Suski C D, Ostrand K G, et al. Behavioral and physiological assessment of low concentration of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass(*Micropterus salmoides*) [J]. Aquaculture,2004,239(1):509-529.
- [10] 魏锁成. 用于鱼类的麻醉剂及麻醉管理[J]. 西北民族大学学报(自然科学版),2005,26(1):43-45.
- [11] 姜 维,王启军,赵 虎,等. MS-222 对大鲵麻醉效果的初步观察[J]. 淡水渔业,2014,44(1):94-97.
- [12] Oikawa S, Takeda T, Itazawa Y. Scale effects of MS-222 on marine teleost, progymnagrus major[J]. Aquaculture,1994,121(4):369-

高山,梁建,李永仁,等. 3 种四环素类药物对创伤弧菌的抗菌活性[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):171-174.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.042

3 种四环素类药物对创伤弧菌的抗菌活性

高山,梁建,李永仁,马云坤,郭永军

(天津农学院水产学院/天津市水产生态及养殖重点实验室,天津 300384)

摘要:拟测定 3 种四环素类药物对创伤弧菌抗菌活性。在 6 400、5 760、5 120、4 480、3 840、3 200、2 560、1 920、1 280、640、256、128、64 和 51.2 mg/L 的盐酸土霉素、金霉素和四环素的液体培养基里分别培养等量创伤弧菌,12 h 后通过平板涂布和测量吸光度 $D_{600\text{ nm}}$ 测定 3 种药物对创伤弧菌的抗菌效果,得到最小抑菌浓度(minimum inhibitory concentration,简称 MIC)和最小杀菌浓度(minimum bactericidal concentration,简称 MBC)。结果显示,金霉素的抑菌浓度范围为 51.2~1 280.0 $\mu\text{g/mL}$,最小杀菌浓度为 1 920 $\mu\text{g/mL}$;四环素的抑菌浓度范围为 51.2~1 920.0 $\mu\text{g/mL}$,最小杀菌浓度为 2 560 $\mu\text{g/mL}$,而盐酸土霉素的抑菌浓度范围为 51.2~2 560 $\mu\text{g/mL}$,最小杀菌浓度为 3 200 $\mu\text{g/mL}$ 。结果表明,盐酸土霉素、金霉素、四环素对海水创伤弧菌杀菌强度依次为金霉素>四环素>盐酸土霉素。

关键词:盐酸土霉素;金霉素;四环素;创伤菌;最小杀菌浓度;最小抑菌浓度

中图分类号: S859.79+6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0171-04

随着我国水产养殖业的发展,人们发现许多弧菌可引起人类和水产动物疾病,创伤弧菌为革兰氏阴性的嗜盐细菌,主要生长于近海口水中、鱼类及贝类等体内^[1],是人畜共患的条件致病菌。鉴于弧菌病的危害性,寻找病原弧菌的主要防治和治疗方法迫在眉睫。

创伤弧菌(*Vibrio vulnificus*),又称为海洋弧菌,可从牡蛎等海产品中分离得到,是一种栖息于海洋中的细菌。主要通过伤口接触海水造成感染,也可经口感染,导致菌血症或败血症。将伤口暴露在含有该菌的海水中,创伤弧菌会在伤口上繁殖,可能引发溃烂,甚至导致组织坏死。若人食用了遭其污染的海鲜,也有患肠胃炎的可能。在 2003 年 12 月,中国台湾卫生研究院主导的基因体定序团队,完成了创伤弧菌的基因体定序与分析工作。

各种抗生素在规模化动物养殖中用于防病治病、提高饲料利用率和促进动物生长。使用后抗生素通常以药物原形随

粪尿排出^[2-3]。研究表明,规模化养殖动物粪便普遍富含抗生素^[4],本试验采用盐酸土霉素、四环素、金霉素 3 种四环素类抗生素作用于创伤弧菌,以检测比较该类药物对创伤弧菌的抗菌效果。

盐酸土霉素,别称地霉素、氧四环素为广谱抑菌剂,本品在水中易溶,在乙醇中略溶,在三氯甲烷或乙醚中不溶。

四环素,该盐酸盐为黄色结晶性粉末;无臭,味苦;有引湿性;遇光色渐变深,在碱性溶液中易破坏失效。在水中溶解,在乙醇中略溶,在三氯甲烷或乙醚中不溶。该品为广谱抑菌剂,高浓度时具杀菌作用。

金霉素(*chlortetracycline*,简称 CTC)是四环素类广谱抗生素的一种。盐酸金霉素在 20 世纪 40 年代被发现并展现出良好的抗菌性质。由于盐酸金霉素具有抗菌范围较广、疗效显著、价格便宜等优点^[4],因此在中国被广泛用于畜禽、水生生物、药物添加剂等产业,并能有效地预防和治疗动物疾病,促进动物生长,提高饲料转化率,防治动物肠道感染等,由此带来可观的经济效益^[5]。同时,由于盐酸金霉素的广泛使用甚至滥用,导致细菌耐药性的增加等一系列问题,给人类疾病控制和环境控制带来难题^[6]。另外,食用含盐酸金霉素残留的动物食品及其制品后,多数会引起胃、肠、肝脏的损害与牙齿的染色以及过敏反应、二重感染、生殖毒性^[7]等,严重时甚至还会出现中毒死亡现象。

四环素类抗生素具有良好的抗菌效果,但是对于水产致病细菌的抗菌效果报道较少,本试验通过 3 种四环素类药物对

收稿日期:2016-10-23

基金项目:国家贝类产业技术体系天津综合试验站(编号:CARS-48);天津市农业科技成果转化与推广项目(编号:201502350);天津市应用基础与前沿技术研究计划(编号:15JCYBJC30400);天津市科技特派员项目(编号:16JCTPJC46200)。

作者简介:高山(1990—),男,天津人,硕士研究生,研究方向为水产疾病免疫。E-mail:331268746@qq.com。

通信作者:郭永军,硕士,研究员,硕士生导师,研究方向为水产疾病免疫。E-mail:guoyongjun@tjau.edu.cn。

379.

[13]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.

[14]崔治建,易有荣,汪艳,等. 高效液相色谱测定鱼体组织中鱼静安的浓度[J]. 中国生物工程杂志,2003,23(6):84-86.

[15]何小燕,袁显春,潘志,等. MS-222 对布氏鲷幼鱼的麻醉效果研究[J]. 四川动物,2013,32(5):729-733.

[16]Billard R. Effect of some fish anesthetics on gamete survival during artificial insemination of rainbow trout[J]. The Progressive Fish-Culturist,1981,43(2):72-73.

[17]Wagner E, Arndt R, Hilton B. Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide[J]. Aquaculture,2002,211(1/2/3/4):353-366.