

张效平, 商宝娣, 李小义, 等. 3 种常用药物对坏鳃指环虫的杀灭效果[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(20): 171–174.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.044

3 种常用药物对坏鳃指环虫的杀灭效果

张效平^{1,2}, 商宝娣², 李小义², 杨 星², 李正友²

(1. 南京农业大学, 江苏南京 210095; 2. 贵州省水产研究所, 贵州贵阳 550025)

摘要:指环虫病是严重影响鲤科鱼类养殖的寄生虫病, 为了有效控制指环虫病, 研究离体和在体条件下高锰酸钾、福尔马林、氯化钠对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果, 以及高锰酸钾、福尔马林对虫卵发育和孵化的影响。结果表明, 在离体条件下, 高锰酸钾(≥ 10 mg/L)、福尔马林(≥ 50 mg/L)、氯化钠($\geq 2\%$)均可有效杀灭坏鳃指环虫。在体条件下, 20 mg/L 高锰酸钾的杀虫率最高, 为 84.4%, 显著高于浓度为 5 mg/L 时的杀虫率; 100 mg/L 福尔马林的最高杀虫率为 91.2%。在高锰酸钾所测试浓度范围内, 坏鳃指环虫虫卵的孵化率没有显著降低; 当福尔马林的浓度为 25 mg/L 时, 可抑制虫卵孵化, 当浓度达到 50、100 mg/L 时, 则可抑制虫卵发育。

关键词:坏鳃指环虫; 杀灭效果; 高锰酸钾; 福尔马林; 氯化钠; 杀虫率

中图分类号: S941.52+1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)20-0171-04

随着我国水产养殖业的高速发展, 频繁暴发的鱼病成为制约其进一步发展的重要因素。指环虫病是鲤科鱼类养殖中高发、常见的疾病^[1-2]。指环虫(*Dactylogyrus* Diesing)属于单殖吸虫纲(Monogenoidea)^[3], 生活史简单, 无中间宿主, 因此可以在养殖环境中迅速增殖和传播。指环虫的大量寄生给宿主带来非常大的危害, 如造成鱼体机械性损伤, 引起寄生部位病变^[4]; 破坏宿主器官的完整性, 为其他病原生物(细菌、病毒等)入侵提供了入口; 吮吸鱼血、体液, 与宿主争夺营养, 造成宿主消瘦^[5]; 刺激宿主产生大量分泌物, 破坏宿主正常的生理活动, 影响鱼类呼吸^[6]等。每年都会因指环虫病暴发给渔民带来重大经济损失。在我国常见的指环虫种类有寄生于鲤鱼(*Cyprinus carpio*)和鲫鱼(*Carassius auratus*)的坏鳃指环虫(*Dactylogyrus vastator* Nybelin)、寄生于鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)的鲢指环虫(*D. hypophthalmichthys*)与小鞘指环虫(*D. vaginulatus*)以及寄生于草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)的鳃片指环虫(*D. lamellatus*)^[7-8]等。

在鱼类单殖吸虫的防治过程中, 药物防治仍是较主要的一种方式。在治疗过程中主要通过药物长期浸泡的方式来杀灭体外寄生的单殖吸虫。目前常用的杀虫药物主要有敌百虫^[9]、吡喹酮^[10]、甲苯咪唑^[11]等化学物质。但有些药物的长期浸泡对宿主鱼的毒害作用也较大, 因此在观赏鱼等鱼类的养殖过程中, 有时会通过短期浸泡来达到杀虫的目的。

高锰酸钾、福尔马林、氯化钠是 3 种常用的药物, 在水产养殖中也经常通过短期浸泡的方式来治疗鱼类寄生单殖吸虫^[12-15]。但目前还没有关于这 3 种物质对坏鳃指环虫杀灭效果的详细报道。鲤是贵州地区养殖规模最大的经济鱼类,

近年来, 指环虫病的暴发也越来越频繁和严重。因此, 本试验以寄生于鲤鳃部的坏鳃指环虫为研究对象, 详细研究这 3 种物质在离体条件下对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果, 以及在体条件下高锰酸钾、福尔马林的杀虫率。由于指环虫虫卵对药物的抵抗性更强^[16-17], 因此同时研究高锰酸钾、福尔马林溶液对虫卵发育和孵化的影响。最后, 进行短期浸泡毒性试验, 为水产养殖中的合理用药提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验鱼、寄生虫及药物

试验用鲤体长约为(12.7 ± 0.4) cm, 于 2017 年 5 月购自贵州省遵义市。将这些刚购买的、没有感染指环虫的鲤置于水泥池中, 与贵州省水产研究所实验室之前保存的、感染坏鳃指环虫的鲤以 4:1 的数量比例进行混养。在养殖过程中, 每 2 d 换 1 次水。混养 15 d 之后, 从水泥池中随机选取 10 尾鲤进行检查, 记录指环虫的感染情况。当鲤的感染率为 100%, 且每尾鱼体上寄生的坏鳃指环虫的数量在 30~50 条时, 可进行下一步的杀虫试验。高锰酸钾、福尔马林、氯化钠等 3 种试剂的规格与成分见表 1。

1.2 离体条件下 3 种药物对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果

用鱼安定(MS-222)将感染坏鳃指环虫的鲤麻醉后, 剪下鳃片, 放在载玻片上。用解剖针将活跃的坏鳃指环虫成虫从鲤鳃部轻轻地剥离下来, 在剥离的过程中注意保持虫体的完整性。随机选取 20 条坏鳃指环虫, 置于 24 孔板中, 1 孔 1 虫, 在孔内事先加入 2 mL 各种待测的药物, 在 22℃ 培养箱中进行培养。所有试验组均重复 2 次, 并在试验过程中设置 1 个空白对照组(孔内只加入 2 mL 曝气自来水)。高锰酸钾测试浓度为 5、10、20 mg/L; 福尔马林测试浓度为 25、50、100 mg/L; 氯化钠测试浓度为 1%、2%、3%。试验开始后, 每隔 2 h 将 24 孔板取出, 在解剖镜下观察 1 次, 记录虫体的存活情况, 包括虫体在药物作用下的反应和虫体的产卵情况。当虫体在一定的时间内没有活动或是虫体表面已经出现自解现象时说明虫体已经死亡^[18]。与此同时, 试验过程中还记录

收稿日期: 2018-01-04

基金项目: 国家大宗淡水鱼产业技术体系(编号: CARS-46-49); 贵州省科学技术基金(编号: 黔科合 LH 字[2014]7698 号); 贵州省农业攻关项目(编号: 黔科合 NY[2015]3003-1 号); 贵州省特色水产产业技术体系(编号: GZCYTX2017-01102)。

作者简介: 张效平(1987—), 男, 山东泰安人, 博士, 副研究员, 主要从事鱼病学研究。E-mail: zhangxiaoping_0311@163.com。

表 1 试验药物的规格

药品名称	规格	成分与含量	生产厂家
福尔马林	分析纯	甲醛含量为 37% ~40%	国药集团化学试剂有限公司(上海)
高锰酸钾	分析纯	高锰酸钾含量不少于 99.5%	天津市福晨化学试剂厂
氯化钠	分析纯	氯化钠含量不少于 99.5%	国药集团化学试剂有限公司(上海)

全部虫体死亡的时间,并且假设,如果在某一种药物的作用下,全部虫体的死亡时间少于 24 h,说明这种药物有效。

1.3 在体条件下高锰酸钾、福尔马林对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果

在体试验中,每 10 尾感染坏鳃指环虫的鲤被随机分配在盛有 40 L 曝气自来水的水泥池中,水温维持在 20 ~ 22 ℃。将每种待试化学物质事先溶解在曝气自来水中,配制成试验用浓度,高锰酸钾浓度为 5、10、20 mg/L,福尔马林浓度为 25、50、100 mg/L。每个试验组设置 3 个平行组,在试验过程中同时设置 1 个空白对照组,即曝气自来水中无任何化学物质加入。试验过程中不喂食、不换水,并记录在试验过程中鲤的死亡情况。高锰酸钾的作用时间为 30 min,福尔马林溶液的作用时间为 12 h。试验结束后将试验组及对照组中所有存活的鲤杀死,取下鳃片,置于玻璃板上,放在解剖镜下观察,记录每个鳃片上坏鳃指环虫的数量,并计算每个试验组及对照组中寄生指环虫的平均数量。根据公式(1)计算每个试验组对坏鳃指环虫的平均杀虫率:

$$AE = (B - T) / B \times 100\% . \tag{1}$$

式中:AE 表示每个试验组的平均杀虫率;B 表示对照组中坏鳃指环虫的平均寄生数量;T 表示每个试验组中坏鳃指环虫的平均寄生数量。

1.4 高锰酸钾、福尔马林对坏鳃指环虫虫卵的杀灭效果

将坏鳃指环虫成虫从鲤鳃部轻轻剥离下来,置于盛有曝气自来水的 24 孔板中,在 20 ℃ 条件下培养。培养 3 h 后,收集虫体所产的虫卵,随机分为 3 组,每组包含 2 个平行组,每组至少包含 50 枚虫卵。在盛有虫卵的 24 孔板内,加入事先配制好的 2 mL 各种待试药物(对照组中只加入相同体积的曝气自来水),高锰酸钾浓度为 5、10、20 mg/L,福尔马林浓度为 25、50、100 mg/L。将 24 孔板放置在 22 ℃ 恒温培养箱中培养 48 h 后,用 2 mL 曝气自来水替换每个孔内的试验药物,继续在 22 ℃ 恒温培养箱中培养,直到所有的虫卵死亡或孵化为止。在试验过程中,每 2 d 更换 1 次孔内的曝气自来水。每天在显微镜下观察 1 次,记录虫卵的发育过程及孵化率。

1.5 试验室条件下 3 种药物对鲤的短期浸泡毒性试验

测试高锰酸钾(5、10、20 mg/L)、福尔马林(25、50、100 mg/L)、氯化钠(1%、2%、3%) 3 种试剂对鲤的短期浸泡毒性试验,浸泡时间为 12 h。试验开始后,首先将各种化学物质溶解在盛有 40 L 曝气自来水的水泥池中,分别达到试验设计的各种物质的浓度。然后将 10 尾鲤分别添加到每个水泥池中。在试验期间,水温维持在 20 ~ 22 ℃ 之间。每个试验组设置 2 个平行组,试验同时还设置 1 个空白对照组,在对照组中,水泥池内不添加任何化学物质。试验期间停止喂食。观察鲤在药物作用下的生存情况,并及时剔除死亡个体。

1.6 数据分析

通过 Mann - Whitney U 检验对每个试验组内各个平行组之间的差异进行显著性检验。通过卡方检验对不同药物作用

下成虫的杀虫率及虫卵孵化率进行显著性检验($P = 0.05$)。所有数据分析都是在 SPSS 13.0 软件上进行的。

2 结果与分析

2.1 离体条件下药物对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果

在对照组中,前 24 h 中无死亡发生,绝大多数虫体表现正常。随着离体时间的延长,虫体变得不活跃,开始出现死亡。前 48 h 仅有少数虫体死亡,绝大多数虫体死亡集中在离体的后半段时间。在离体 82 h 时,所有虫体均死亡(图 1)。但是,所有虫体在死亡之前均产了大量虫卵。

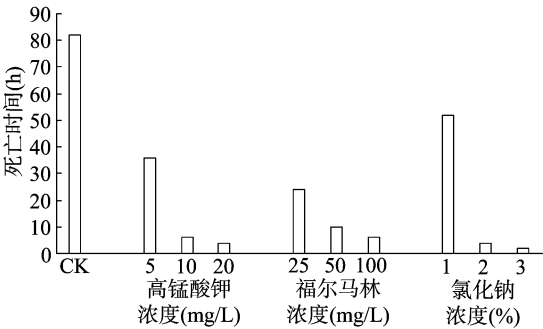


图 1 离体条件下在各种化学物质作用下坏鳃指环虫成虫的死亡时间

与对照组相比,在 5 mg/L 高锰酸钾作用下,虫体没有出现明显的症状;在药物的作用下,每个虫体仍能产出几枚虫卵。然而,在 10、20 mg/L 浓度高锰酸钾作用下,虫体缩为一团,不活跃。在 10、20 mg/L 高锰酸钾作用下虫体分别在 6、4 h 时均已死亡(图 1),只有少数虫卵产出。

在 25 mg/L 福尔马林作用下,虫体没有出现明显的症状,虫体运动活跃,每个虫体仍能产出几枚虫卵。然而,在 50、100 mg/L 等 2 个浓度的福尔马林作用下,虫体变得不活跃并很快死亡,基本没有虫卵产出。

在 1% 氯化钠作用下,虫体的活力稍微减弱,但产卵过程可能受到药物刺激,每个虫体都能产一定数量的虫卵。当氯化钠浓度升至 2%、3% 时,虫体加入后立即即受到影响,虫体基本不动,体色加深,虫体很快死亡且没有产卵。

2.2 在体条件下药物对坏鳃指环虫成虫的杀灭效果

在试验过程中,试验组和对照组中鲤均没有出现死亡,不同平行组中指环虫的感染水平也没有显著差异。由图 2 可知,随着药物浓度的升高,2 种药物的杀虫率也逐渐提高。20 mg/L 高锰酸钾的杀虫率最高,为 84.4%,显著高于浓度为 5 mg/L 的高锰酸钾。100 mg/L 福尔马林的杀虫率最高,为 91.2%,但 3 个浓度的杀虫率之间无显著差异。高锰酸钾与福尔马林溶液最高杀虫率之间也无明显差异。

2.3 高锰酸钾和福尔马林对坏鳃指环虫虫卵的杀灭效果

在对照组中,坏鳃指环虫虫卵的孵化率为 62.1%,孵化发生在虫卵产出后的第 4 天至第 11 天。

与对照组相比,在高锰酸钾所测试浓度范围内,坏鳃指环

虫卵的孵化率并没有明显降低(图3),虫卵的胚胎发育过程也与对照组类似,孵化都是在第4天被观察到。

当福尔马林浓度为 25 mg/L 时,虫卵孵育 10 d 后已经发

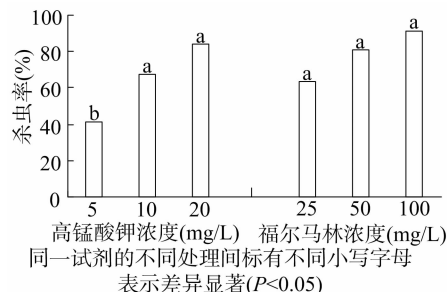


图2 在体条件下各种化学物质对坏鳃指环虫成虫的杀虫率

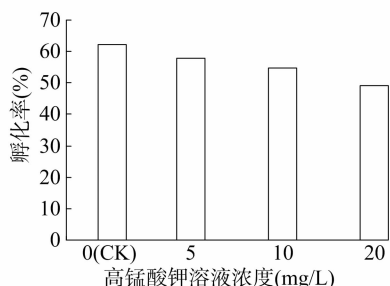


图3 在高锰酸钾的作用下坏鳃指环虫虫卵的孵化率



图4 在 25 mg/L 福尔马林作用下发育为纤毛幼虫的虫卵

育为纤毛幼虫状(图4),但接下来没有观察到虫卵成功孵化,所有纤毛幼虫都在卵壳内死亡。当福尔马林浓度升至 50、100 mg/L 时,虫卵孵育 10 d 后所有虫卵都没有发育(图5)。

研究结果表明,10 mg/L 高锰酸钾在离体和在体条件下均可以较有效地杀灭坏鳃指环虫,因此可以用于指环虫病的短期浸泡(30 min)治疗。

福尔马林是强烈的广谱性杀菌剂,能与蛋白质中的氨基酸结合从而使蛋白质变性失活。在水产上可用于杀灭车轮虫病、小瓜虫病等原生动物引起的鱼病,以及吸虫病和甲壳类寄生虫病^[13-14]。之前有很多关于福尔马林杀虫效果的报道。马燕武等的研究表明,20~60 mg/L 福尔马林溶液对飘游鱼波豆虫和纤毛虫有一定的防治作用^[23]。福尔马林浓度为 30 mg/L 时可以显著减少银鲈体上寄生的单殖吸虫^[24]。在温度为 22℃ 条件下,100 mg/L 的福尔马林溶液可以大幅减少伪秉指环虫的寄生^[15]。结果表明,当福尔马林浓度为 50、100 mg/L 时,在离体和在体条件下均可以有效地杀灭坏鳃指环虫。福尔马林对多种单殖吸虫均具有较好的杀灭效果,如在浓度为 300 mg/L 的条件下作用 30 min 时, *Sparicotyle chrysophrii* 的成虫和幼虫迅速被杀死^[25]; 200 mg/L 福尔马林浸泡 1 h 可以杀死寄生于 *Pagrus pagrus* (暂无统一的中文名) 体上的所有 *Microcotyle* sp. (暂无统一的中文名)^[11]; 以 250 mg/L (暂无统一的中文名) 浸泡 1 h 对于寄生在 *Seriola lalandi* (暂无统一的中文名) 鳃部的 *Benedenia seriola* (暂无统一的中文名) 和 *Zeuxapta seriola* (暂无统一的中文名) 具有中等程度的杀灭效果^[17]; 400 mg/L 福尔马林浸泡 25 min 可以有效地杀灭寄生在 *Acanthopagrus australis* (暂无统一的中文名) 体上的 *Polylabroides multispinosus* (暂无统一的中文名) 的成虫和幼虫^[26]。在本研究中还发现,在本研究中的 3 种测试浓度范围内,坏鳃指环虫虫卵都没有孵化,并且在 50、100 mg/L 浓度福尔马林作用下虫卵都没有发育。Sitjà-Bobadilla 等曾证明,在 300 mg/L 福尔马林作用 30 min 时, *Sparicotyle chrysophrii* (暂无统一的中文名) 虫卵没有孵化发生^[25]; Fajer-Ávila 等也证明,福尔马林可以有效抑制 *Ancyrocephalines* (暂无统一的中文名) 虫卵的孵化^[27]。但福尔马林对单殖吸虫 *Diplectanum aequans* (暂无统一的中文名) 虫卵孵化率的抑制效果并不显著^[28]。在本研究中,福尔马林对坏鳃指环虫成虫和虫卵均有显著的杀灭效果,因此可有效用于单殖吸虫的防治中。

氯化钠主要靠其渗透作用改变寄生虫的渗透压,杀灭一些体外寄生的原生动物及微生物,可以防治多种皮肤及鳃部寄生的原生动物、细菌病、水霉病等^[13,29]。伍惠生指出,治疗

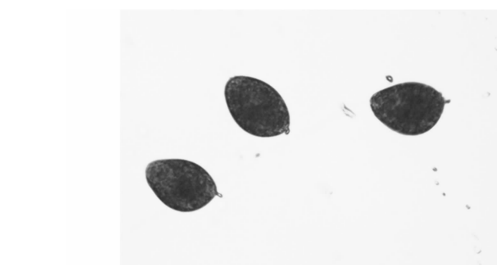


图5 在 50、100 mg/L 福尔马林作用下未发育的虫卵

2.4 实验室条件下 3 种药物对鲤的短期浸泡毒性试验

鲤在 5 mg/L 高锰酸钾溶液的作用下没有出现死亡,当高锰酸钾浓度为 10 mg/L 时,部分鱼在浸泡 6 h 后出现症状,活力降低,上浮至水面。当高锰酸钾浓度为 20 mg/L 时,在浸泡 1 h 后部分鲤上浮至水面,反应迟缓或失衡后身体翻转。鱼体表和鳃部分泌黏液,黏附大量的红棕色污物,在浸泡后期部分鱼死亡。

在福尔马林溶液的浸泡下,鲤没有出现死亡。当福尔马林浓度为 100 mg/L 时,在浸泡后期部分鲤开始出现轻微的中毒症状,有的呈不安状或上浮,有的游动缓慢,鳃部黏液分泌增多。

在氯化钠溶液作用下,鲤刚放入不久即有部分呈不安状,或蹿跳或游动较快。当氯化钠浓度达到 2% 时,30 min 后鲤中毒较明显,活力下降,浮在水面,个别鱼体失去平衡,呈头上尾下式浮在水面。当氯化钠浓度为 3% 时,部分鲤在浸泡的后期死亡。

3 结论与讨论

高锰酸钾在鱼类养殖业中常用于水体的消毒和净化,对原虫类、单殖吸虫类和锚头蚤等寄生虫有显著杀灭效果^[12],也可用于防腐、防毒和防治细菌病等^[13]。林克冰等证明,高锰酸钾对本尼登虫有很好的杀灭效果^[19]。王忠华等也报道了高锰酸钾在治疗大黄鱼刺激隐核虫方面的应用^[20-21]。本研究表明,当高锰酸钾浓度升至 10、20 mg/L 时,离体条件下坏鳃指环虫虫体很快死亡,基本没有虫卵产出;在体条件下的杀虫率也分别为 68.7%、84.4%。Chan 等研究表明,在 22℃ 条件下,用 20 mg/L 高锰酸钾浸泡 20 min 可减少 50.6% 的伪指环虫^[15]。坏鳃指环虫虫卵在高锰酸钾作用下的孵化率虽然降低,但与对照比差异并不明显,这一研究结果与 Umeda 等的研究结果类似,Umeda 等曾证明在高锰酸钾作用下,伪指环虫虫卵的孵化率降低,但是与对照比差异并不显著^[22]。本

观赏鱼小瓜虫病时用 5% 氯化钠浸泡 1~2 d, 可以清除、杀灭水泥池的小瓜虫及其胞囊^[1]。浓度为 1.0% 的氯化钠溶液对飘游鱼波豆虫和纤毛虫也有一定的防治作用^[23]。在本研究中发现, 当氯化钠溶液的浓度为 2% 且作用时间为 4 h 时, 离体条件下所有坏鳃指环虫成虫才死亡, 但是宿主鲤在相同作用条件下已经出现明显的中毒症状。Chan 等的研究结果表明, 在温度为 22 ℃ 条件下, 4% 氯化钠浸泡 5 min 可以显著减少伪秉指环虫, 但也造成宿主鱼黏液的脱落^[15]。本研究结果表明, 由于作用时间较长, 氯化钠溶液对坏鳃指环虫的有效浓度在作用时间范围内可能也会对宿主鲤造成比较大的伤害, 因此不适合应用于鲤鳃部指环虫的防治。

综上所述, 高锰酸钾可用于杀灭指环虫成虫, 但对虫卵的孵化率却没有显著影响; 福尔马林可以有效地杀灭指环虫成虫和虫卵; 在安全浓度的作用时间范围内, 氯化钠溶液对指环虫成虫没有显著效果。以上试验结果对坏鳃指环虫的有效控制具有指导意义。同时, 在实际杀虫过程中, 要根据水温等外界条件适当调整各种药物的浓度, 以免造成宿主的死亡。

参考文献:

- [1] 伍惠生. 观赏鱼类的小瓜虫病及防治方法[J]. 水产养殖, 1990(6): 19-20.
- [2] 林学明. 金鱼顽固性指环虫和三代虫病的防治[J]. 福建农林科技, 2005(2): 54-55.
- [3] Gushev A V. Keys to parasites of freshwater fish of the USSR[M]. Moscow: Jerusalem Israel Program for Scientific Translations, 1985: 15-251.
- [4] Jalali B, Barzegar M. Dactylogyrids (Dactylogyridae: Monogenea) on common carp (*Cyprinus carpio* L.) in freshwaters of iran and description of the pathogenicity of *D. sahuensis* [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2005(7): 9-16.
- [5] Bandilla M, Valtonen E T, Suomalainen L R, et al. A link between ectoparasite infection and susceptibility to bacterial disease in rainbow trout[J]. International Journal for Parasitology, 2006, 36(9): 987-991.
- [6] Rahanandeh M, Jalali B, Sharifpour I, et al. Survey on dactylogyrus in caspian frisian roach (*Rutilus fissi* Ktun) caused by *Dactylogyrus fissi* [J]. Global Veterinaria, 2010, 4(5): 515-518.
- [7] 姚卫建, 聂品. 鲢和草鱼鳃部寄生单殖吸虫的种群分布和季节动态[J]. 水生生物学报, 2004, 28(6): 664-667.
- [8] 夏晓勤. 鲢指环虫病原原小鞘指环虫的存活时间[J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(1): 95-98.
- [9] Buchmann K. The effects of praziquantel on the monogen gill parasite *Pseudodactylogyrus bini* [J]. Acta Veterinaria Scandinavica, 1987, 28(3/4): 447-500.
- [10] Schmahl G, Mehlhorn H. Treatment of fish parasites: I. Praziquantel effective against Monogenea (*Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus extensus*, *Diplozoon paradoxum*) [J]. Zeitschrift Fur Parasitenkunde, 1985, 71(6): 727-737.
- [11] Katharios P, Papandroulakis N, Divanach P. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole [J]. Aquaculture, 2006, 251(2): 167-171.
- [12] 杨治国, 胡安华, 马超, 等. 高锰酸钾在水产动物病害防治中的应用[J]. 河北渔业, 2010(10): 45-49.
- [13] 陈辉, 杨先乐. 渔用药物无公害使用技术[M]. 北京: 中国农

业出版社, 2003: 23-328.

- [14] 张怀礼, 张红梅. 福尔马林在水产养殖中的用途广[J]. 渔业致富指南, 2003(7): 26.
- [15] Chan B, Wu B. Studies on the pathogenicity biology and treatment of *Pseudodactylogyrus* for the eels in fishfarms [J]. Acta Zoologica Sinica, 1984, 30(2): 173-180.
- [16] Yoshinaga T, Segawa I, Kamaishi T, et al. Effects of temperature, salinity and chlorine treatment on egg hatching of the monogenean *Neoheterobothrium hirame* infecting Japanese flounder [J]. Fish Pathology, 2000, 35(2): 85-88.
- [17] Sharp N J, Diggles B K, Poortenaar C W, et al. Efficacy of Aquei-S, formalin and praziquantel against the monogeneans, *Benedenia seriola* and *Zeuxapta seriola*, infecting yellowtail kingfish *Seriola lalandi lalandi* in New Zealand [J]. Aquaculture, 2004, 236(1/2/3/4): 67-83.
- [18] Reimschuessel R, Giesecke C, Poynton S. *In vitro* effect of seven antiparasitics on *Acolpenteron ureteroecetes* (Dactylogyridae) from largemouth bass *Micropterus salmoides* (Centrarchidae) [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2011, 94(1): 59-72.
- [19] 林克冰, 何丽斌, 周胜利, 等. 几种药物对大黄鱼的毒性及本尼登虫病治疗效果的试验[J]. 福建水产, 2003(1): 23-26.
- [20] 王忠华, 张辰仓, 王印庚, 等. 网箱养殖大黄鱼刺激隐核虫病及其防治[J]. 水产科技情报, 2012, 39(6): 293-298.
- [21] 闫茂仓, 邵鑫斌, 单乐州, 等. 福尔马林防治鳊鱼刺激隐核虫的研究[J]. 现代渔业信息, 2008, 23(11): 16-19.
- [22] Umeda N, Nibe H, Hara T, et al. Effects of various treatments on hatching of eggs and viability of oncomiracidia of the monogenean *Pseudodactylogyrus anguillae* and *Pseudodactylogyrus bini* [J]. Aquaculture, 2006, 253(1/2/3/4): 148-153.
- [23] 马燕武, 任波, 张人铭, 等. 扁吻鱼鱼苗寄生虫病防治试验[J]. 水产学杂志, 2006, 19(1): 43-46.
- [24] Rowland S J, Nixon M, Landos M, et al. Effects of formalin on water quality and parasitic monogeneans on silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) in earthen ponds [J]. Aquaculture Research, 2006, 37(9): 869-876.
- [25] Sitjà-Bobadilla A, Conde d F M, Alvarezpellitero P. *In vivo* and *in vitro* treatments against *Sparicotyle chrysophrii* (Monogenea: Microcotylidae) parasitizing the gills of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) [J]. Aquaculture, 2006, 261(3): 856-864.
- [26] Diggles B K, Roubal F R, Lester R. The influence of formalin, benzocaine and hyposalinity on the fecundity and viability of *Polylabroides multispinosus* (Monogenea: Microcotylidae) parasitic on the gills of *Acanthopagrus australis* (Pisces: Sparidae) [J]. International Journal for Parasitology, 1993, 23(7): 877-884.
- [27] Fajer-Ávila E J, Velasquez-Medina S P, Betancourt-Lozano M. Effectiveness of treatments against eggs, and adults of *Haliotrema* sp. and *Euryhaliotrema* sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) infecting red snapper, *Lutjanus guttatus* [J]. Aquaculture, 2007, 264(1/2/3/4): 66-72.
- [28] Cecchini S, Cognetti-Varriale A M. Dehydration is more effective for the control of embryonic development and larval hatching of *Diplectanum aequans* (Monogenea, Diplectanidae) than formalin and trichlorophen [J]. Aquaculture International, 2003, 11(3): 261-265.
- [29] Tonguthai K. Control of freshwater fish parasites: a southeast Asian perspective [J]. International Journal for Parasitology, 1997, 21(10): 1185-1191.