

郝雅宾,原居林,刘金殿,等. 黄尾鲮和花鲮增殖放流标记技术研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):160-164.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.037

黄尾鲮和花鲮增殖放流标记技术研究

郝雅宾¹, 原居林¹, 刘金殿¹, 何海生^{1,2}, 顾志敏¹

(1. 浙江省淡水水产研究所/农业部淡水渔业健康养殖重点实验室/浙江省淡水水产遗传育种

重点实验室/中国水产科学研究院东海水产研究所浙江研究中心, 浙江湖州 313001; 2. 上海海洋大学, 上海 201306)

摘要:为探讨不同的标记方法对黄尾鲮(*Xenocypris davidi*)和花鲮(*Hemibarbus maculatus*)的适用性,对鱼体进行铁环标记、“T”形标记、切鳍标记、可见植入性荧光胶体标记(visible implant elastomer,简称VIE)和被动集成应答器标记(passive integrated transponder,简称PIT),试验各组均以混养的模式培养,混养半年后,分析各组的生长、存活率、标记成功率、效果等情况。结果表明,除“T”形标记组外,其他各试验组黄尾鲮的平均体质量与平均体长都有所增加;除切鳍组和PIT组外,其他3个试验组花鲮的平均质量与平均体长都有所下降。黄尾鲮的总存活率与平均存活数都表现为荧光标记>PIT标记>切鳍标记>“T”形标记>铁环标记,花鲮的总存活率与平均存活数都表现为切鳍标记>PIT标记>荧光标记>“T”形标记>铁环标记,其中荧光、切鳍和PIT组的总生存率和标记成功率达90%左右。铁环和“T”形标记易造成伤口腐烂,标记效果差;切鳍组效果具有时间性;荧光标记组和PIT组效果好,荧光标记价格便宜,而PIT标记价格昂贵。综合分析认为,荧光标记可作为黄尾鲮和花鲮大规模标记增殖放流的一种可行的方法。

关键词:黄尾鲮;花鲮;增殖放流;标记

中图分类号:S964.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)22-0160-04

黄尾鲮(*Xenocypris davidi*)、花鲮(*Hemibarbus maculatus*)同属鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)鱼类,肉质鲜美,栖息于水域中下层,分布较广,在浙江省内各水系大多有分布,国内水系大多可见,黄尾鲮以藻类及植物碎片、有机物碎屑为饵料,兼食浮游动物和底栖动物;而花鲮以底栖动物为主要饵料,二者在浙江省内捕捞业和水产养殖业中具有一定的经济价值^[1]。近年来,黄尾鲮和花鲮成为浙江省内开展增殖放流工作的主要鱼类,增殖放流在增加渔民的经济收入、持续改善江河湖泊水质状况^[2]、渔业资源恢复^[3]等方面起到了重要作用。为探究鱼类增殖放流效果评估,标记放流是必不可少的一项重要环节。国内外在鱼类标记增殖放流试验方面有较多的报道,如罗新等认为,对草鱼进行挂牌与切鳍标记的放流效果较好^[4];Ficke等研究认为,被动集成应答器(PIT)标记可以通过对鲢科鱼类背部肌肉包埋和体内注射进行标记^[5];成为为等对胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)进行微卫星标记以探讨其增殖放流效果^[6];周艳波等研究发现,卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)鱼苗适合用荧光标记,紫红笛鲷(*Lutjanus argentimaculatus*)鱼苗和黑鲷(*Sparus macrocephalus*)鱼苗适合用剪鳍标记^[7];王茂元等研究发现,对鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)的尾鳍切除标记效果较好^[8];张辉等发现,可对大黄花鱼(*Larimichthys crocea*)耳石进行锶元素

规模化标记^[9];Hoyle等研究大规模标记金枪鱼(*Thunnus thynnus*)的放流时发现,标记的低回收率与注射土霉素后标记对鱼体的伤害有关^[10];Jørgensen等研究PIT标记小型鱼类时发现,标记的保留率高,鱼类生存率高^[11]。关于标记的技术研究进展^[12-13]报道也不少,但黄尾鲮和花鲮相关的标记放流工作鲜有报道。因此,开展二者的相关标记放流技术研究是有必要的,以探讨不同标记方法的适用性,为二者增殖放流的标记方法改进、技术水平和效果评估提供科学的参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用鱼来自浙江省淡水水产研究所综合试验基地,试验时间为2016年11月至2017年5月。其中,黄尾鲮苗种平均质量为(20.97±4.75)g,平均体长为(10.10±0.93)cm,共计540尾;花鲮苗种平均质量为(17.82±2.08)g,平均体长为(9.65±0.45)cm,共计540尾。试验开始前先集中暂养在水泥池网箱中,经抽检确定无病、无残、无异常情况后进行标记手术。

1.2 试验方法

试验设切鳍、铁环、“T”形标记、VIE(visible implant elastomer,可见植入性荧光胶体标记)、PIT(passive integrated transponder,被动集成应答器标记)共5种标记方法试验组及对照组,每个设3个平行组,每种鱼每组随机取30尾进行标记(或无标记),每种鱼类各540尾。

具体标记方法^[14]如下:

对照组,对鱼体不作标记;铁环标记,固定于背鳍硬棘基部进行标记;“T”形标记,使用“T”形鱼类体外标签,标记头部直径为0.6mm,标记颈部长为13.0mm,标记部(黄色部位)长为17.0mm,总长度为30.0mm,通过标记枪注射在鱼体背

收稿日期:2017-07-11

基金项目:浙江省地方标准制修订计划(编号:浙质函[2015]161号)。

作者简介:郝雅宾(1989—),男,江西九江人,硕士研究生,工程师,主要从事水生生物资源保护与开发。E-mail: hao_ya_bin@126.com。

通信作者:顾志敏,研究员,主要从事水产种质资源保护、新品种选育及健康养殖技术的研究。E-mail: guzhimin2006@163.com。

鳍基部肌肉中进行标记;荧光标记,用注射器将鱼类专用的橘红色或浅绿色荧光胶体注射于鱼体头部的表皮下进行荧光标记,荧光胶体的注射体积为 0.01 ~ 0.02 mL;切鳍标记,用解剖剪沿着胸鳍或腹鳍的基部切除同一侧进行标记;PIT 标记,利用 PIT 枪将 PIT 芯片沿着腹部内壁注入到鱼体内进行标

记,可用 PIT 扫描仪进行扫描识别。各标记如图 1 所示。

标记完成后,使用 5 mg/L 有机碘药浴消毒 0.5 h。将标记鱼放养在网箱中,定期投食与观察,培养半年后进行捕获,统计鱼体的生长、死亡和标记情况。在进行生物学测定时,各组均剔出死亡个体,以消除死亡个体对鱼体生长的影响。

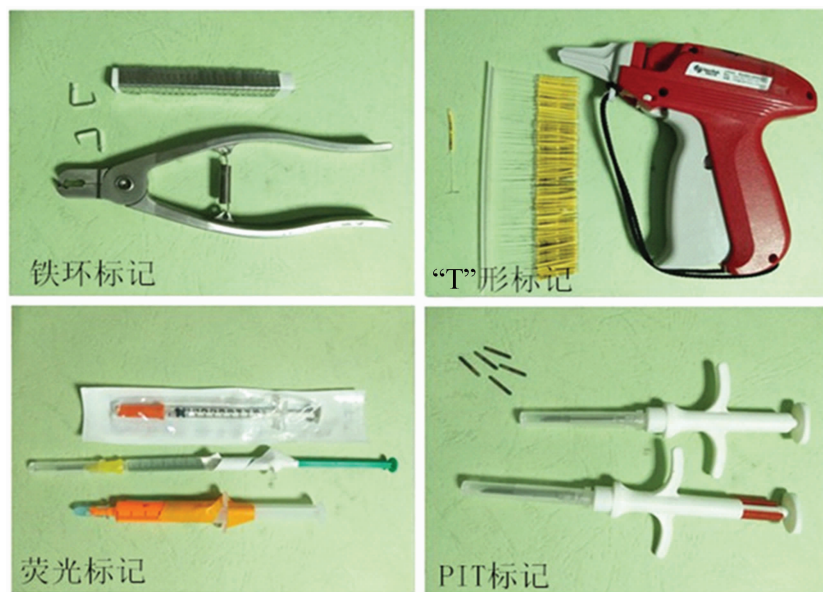


图1 不同的标记材料

1.3 数据处理

试验前后随机抽样测量体质量、体长,计算不同标记方法对黄尾鲮和花鲮生长的影响,跟踪各组存活情况和标记成功率情况。数据利用 Excel 2007 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 平均体质量与平均体长

由图 2 可知,混养半年后,对照组黄尾鲮的平均体质量有所增加,与对照组试验后相比,铁环标记组、荧光标记组、切鳍标记组和 PIT 标记组的黄尾鲮的平均体质量有所增加;而“T”形标记组的黄尾鲮的平均体质量有所下降,由高到低依次表现为 PIT 标记 > 切鳍标记 > 荧光标记 > 铁环标记 > 对照 > “T”形标记。而混养半年后,对照组的花鲮的平均体质量有所下降,与对照组试验后相比,切鳍标记组和 PIT 标记组的花鲮的平均体质量有所增加,但铁环标记组、“T”形标记组和荧光标记组的花鲮的平均体质量有所下降,由高依次表现为 PIT 标记 > 切鳍标记 > 对照 > 荧光标记 > 铁环标记 > “T”形标记。

黄尾鲮和花鲮起始时的平均体质量相差较小,混养后二者的平均体质量的差值有所拉大,对照组和试验组差值都有所拉大。

由图 3 可知,混养半年后,对照组黄尾鲮的平均体长有所增加,与对照组试验后相比,铁环标记组、荧光标记组、切鳍标记组和 PIT 标记组的黄尾鲮的平均体长有所增加,但铁环标记组、荧光标记组、切鳍标记组与对照组试验后没有存在明显的差异,“T”形标记组的黄尾鲮的平均体长有所下降,由高到低依次表现为 PIT 标记 > 切鳍标记 > 荧光标记 > 铁环标记 > 对照 > “T”形标记。混养半年后,对照组花鲮的平均体长也

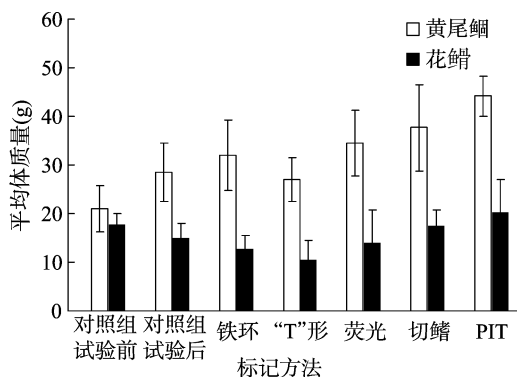


图2 不同标记的 2 种鱼的平均体质量

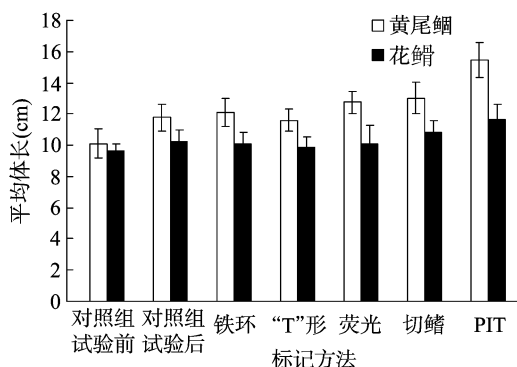


图3 不同标记的 2 种鱼的平均体长

有所增加,与对照组试验后相比,切鳍标记组和 PIT 标记组的花鲮的平均体长有所增加,但铁环标记组、“T”形标记组和荧光标记组的花鲮的平均体长有所下降,对照组与试验组之间

无明显差异,由高到低依次表现为 PIT 标记 > 切鳍标记 > 对照 > 荧光标记 > 铁环标记 > “T”形标记。

黄尾鲮和花鲮起始时的平均体长相差较小,混养后二者的平均体长的差值有所拉大,对照组和试验组差值都有所拉大。

2.2 存活率与标记成功率

由表 1 可知,与对照组相比,铁环和“T”形标记组的黄尾鲮的平均存活数较小,总存活率也较低,而荧光标记组、切鳍标记组和 PIT 标记组的平均存活数较大,总存活率较高,其

中,铁环标记组的黄尾鲮的总存活率最低,与对照组存在明显差异;总存活率与平均存活数均依次表现为荧光标记 > PIT 标记 > 切鳍标记 > 对照 > “T”形标记 > 铁环标记。而与对照组相比,除切鳍标记组花鲮的平均存活数较大外,其他各试验组的平均存活数较小,总存活率的情况亦如此,其中,铁环标记组和“T”形标记组的花鲮的总存活率较低,与对照组存在明显差异;总存活率与平均存活数均表现为切鳍标记 > 对照 > PIT 标记 > 荧光标记 > “T”形标记 > 铁环标记。

表 1 不同标记的 2 种鱼的总存活率和平均存活数

标记方法	标记部位	总存活率(%)		平均存活数(尾)	
		黄尾鲮	花鲮	黄尾鲮	花鲮
对照		83.33	92.22	25.00 ± 1.73	27.67 ± 0.58
铁环标记	固定于背鳍硬棘基部处	65.00	51.67	23.00 ± 3.61	15.50 ± 3.54
“T”形标记	固定于背鳍硬棘基部下的肌肉中	80.00	54.44	24.00 ± 2.65	16.33 ± 5.51
荧光标记	注射于鱼体头部的表皮下	94.44	88.89	28.33 ± 1.53	26.67 ± 2.08
切鳍标记	沿着胸鳍或腹鳍的基部切除同一侧	86.67	98.89	26.00 ± 3.00	29.67 ± 0.58
PIT 标记	贴着鱼体腹部内壁注射	93.33	90.00	28.00 ± 1.00	27.00 ± 2.00

由图 4 可知,荧光标记组、切鳍标记组和 PIT 标记组的黄尾鲮和花鲮的标记成功率较高,高达 90%,荧光标记组、切鳍标记组和 PIT 标记组成功率在 2 种鱼之间不存在明显差异;而铁环标记组和“T”形标记组的标记成功率相对较低,这 2 种标记成功率在 2 种鱼之间差异较为明显。

2.3 标记效果情况

由图 5 可知,铁环和“T”形标记对黄尾鲮的伤害较大,标记处存在腐烂出血的情况,两者也较易脱标,标记的效果较差,虽然较易识别,但适用性较差。切除每尾黄尾鲮腹鳍的左侧作为标记,混养半年后,两侧鳍条出现一大一小的情况,较易识别,有个体切除鳍条后生长较好,但也存在切除鳍条后不生长的情况。荧光标记的荧光胶体(橘红色)注射时为细线状,但混养后表现为小圆点状,胶体有流失的情况。

由图 6 所示,铁环和“T”形标记花鲮的情况与黄尾鲮的情况相似,二者适用性较差。切除每尾花鲮胸鳍的右侧作为

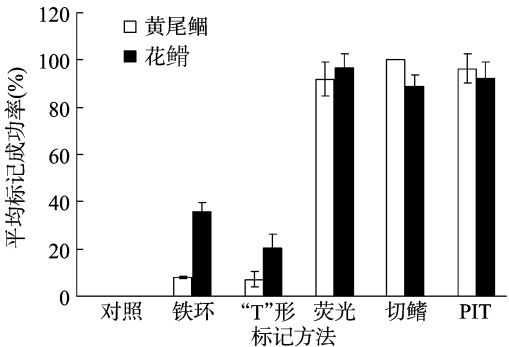


图 4 不同标记的 2 种鱼的平均标记成功率

标记,混养半年后,两侧鳍条也出现一大一小的情况,较易识别,切除鳍条后的生长情况与黄尾鲮的一致。荧光标记的荧光胶体(浅绿色)注射时也为细线状,但混养后有个体也表现为小圆点状,胶体也有流失的情况。



图 5 黄尾鲮 4 种标记的效果

3 结论与讨论

3.1 标记对鱼体的影响

标记或多或少对鱼体造成生存的压力,比如“T”形标记等挂牌类会增加上网的可能性;标记也会对鱼类个体造成成活和生长的压力^[15],小型鱼类对于挂牌标记如“T”形标记带

来的操作压力可能难以忍受,难以支付额外的代谢负担^[15]。铁环和“T”形标记造成的伤口愈合困难,肌肉出现溃烂,标记脱落后鱼体伤口才能愈合,未能脱落则造成大部分的死亡,少数仍然存活,存活表现为肌肉溃烂出血的状态,标记不能脱落最终也是走向死亡。结果发现,对照组的黄尾鲮和花鲮的平均体质量、平均体长明显大于“T”形标记试验组,说明“T”形



图6 花鲢 4 种标记的效果

标记带来的操作压力对这 2 种鱼类来说较大。从平均质量、体长来看,在这 2 种鲤科鱼类中,切鳍组的效果较好,可能是切鳍后更多地刺激了鱼类的进食,以增强代谢来恢复鳍条的生长。黄尾鲴和花鲢起始时的平均体质量、体长相差较小,混养后二者的平均体质量、体长的差值有所拉大,对照组和试验组差值都有所拉大,可能与混养模式有关,可能由于黄尾鲴的食物竞争性较强。而 Phinney 等研究鲤科鱼类的切鳍和荧光标记效果发现,荧光组的成活率高于切鳍组,这与黄尾鲴的 2 个处理组的结果一致,但与花鲢的结果相反,可能也与混养模式下食物竞争性较弱有关^[16]。荧光标记组的 2 种鱼总生存率在 90% 左右,这与 Doupe 等研究发现的用荧光色素分别对布氏棘鲴 (*Acanthopagrus butcheri*) 和大西洋笛鲷 (*Lutjanus campechanus*) 后鱼体死亡率较低的结果^[17-18] 相似。另外,PIT 芯片的注射鱼体内标记可能对鱼类的生存、生长有显著的影响^[19]。可以看出,铁环和“T”形标记影响了黄尾鲴和花鲢的生长,这 2 种标记不适合用于黄尾鲴和花鲢的标记放流。

3.2 标记的适用性和稳定性

在鱼类增殖放流效果评估中,标记是必不可少的重要步骤。适用性好、稳定性高、识别性强、操作简单、成本低廉的标记对于大规模标记放流是有利的。黄尾鲴和花鲢近十几年来作为浙江省内开展增殖放流工作的主要鱼类品种,增殖放流效果评估离不开标记的应用,因此,寻找适合二者的标记显得十分有必要。本研究运用 5 种标记进行比较,涵盖体外与体内的标记,结果发现,铁环和“T”形标记不适用于 2 种试验用鱼,铁环标记是固定在背鳍硬棘肌肉处,而“T”形标记是穿过背鳍硬棘下的肌肉,2 种标记较易脱落,脱标率较高,这与黄国光等研究黄鳍鲴幼鱼穿体标记时发现的在背鳍下肌肉处的标记脱标率高的结果^[20] 一致。在混养的过程中发现,铁环标记的肌肉伤口处,在水中发生腐烂,随着时间的推移,伤口腐烂程度逐渐加大,随着鱼体的游泳行为顺着水流方向而脱落;“T”形标记情况相似,伤口腐烂程度加大,标记部进入伤口处,然后随鱼体的游泳行为顺着水流方向脱落。可能是上述原因造成 2 种标记脱标率较高,稳定性不强^[8]。注射 VIE 荧光胶体时,多数注射在鱼表皮下时呈细线状,但出现了小圆点的结果,可能由于伤口还没修复,胶体凝固后容易受到来自水体的外力作用导致部分胶体流出,从而形成了点状的状态。其标记成功率较高,标记的价格便宜,可以用于 2 种鱼的标记放流,但也存在未标记的情况,可能是水体的压力作用导致细

线状的胶体全部流出,因此注射时最好注射成圆球形,这样胶体凝固后不易受到外力的挤压而从针管注射口处流出。切鳍组的鱼体标记成功率较高,1 对鳍条呈现一侧大一侧小的结果,但鳍条随着时间的增长而生长,最终两侧鳍条会一样大;切鳍处理对极少数个体的鳍条造成永久性伤害,使其不能恢复生长。一定时间内,切鳍可作为一种标记^[8],可结合其他标记以提高标记成功率。PIT 标记是体内注射标记,稳定性较好,保留率较高,这与 Jørgensen 等研究结果^[11] 相似;但有的个体扫描未有结果,且解剖未发现 PIT 标记,可能是注入结束后,拔出注射器时将其顺带而出的原因造成的。PIT 标记的价格较贵,适用于小型试验或者较大个体的鱼类^[13],不适合大规模的增殖标记放流。从标记成功率来看,荧光标记组 2 种鱼的标记成功率高达 90% 以上,这与 Brennan 等研究发现的用荧光色素标记大西洋笛鲷后鱼体脱标率较低的结果^[18] 相似。综合分析认为,荧光标记可作为黄尾鲴和花鲢大规模增殖标记放流的一种可行的方法。

致谢:感谢浙江省淡水水产研究所资源生态科室和综合实验基地的同事以及刘士力同事给予的帮助!

参考文献:

- [1] 浙江动物志编辑委员会. 浙江动物志淡水鱼类[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1991.
- [2] 刘其根,陈马康,何光喜. 保水渔业——我国大水面渔业发展的时代选择[J]. 渔业现代化,2003(4):7-9.
- [3] 程家骅,姜亚洲. 海洋生物资源增殖放流回顾与展望[J]. 中国水产科学,2010,17(3):610-617.
- [4] 罗新,张其中,崔森. 东江草鱼标志放流技术研究[J]. 生态科学,2011,30(6):575-580,601.
- [5] Ficke A D, Myrick C A, Kondratieff M C. The effects of PIT tagging on the swimming performance and survival of three nonsalmonid freshwater fishes[J]. Ecological Engineering,2012,48(21):86-91.
- [6] 成为为,汪登强,危起伟,等. 基于微卫星标记对长江中上游胭脂鱼增殖放流效果的评估[J]. 中国水产科学,2014,21(3):574-580.
- [7] 周艳波,陈丕茂,冯雪,等. 麻醉标志方法对 3 种鱼类增殖放流存活率的影响[J]. 广东农业科学,2014,41(20):123-126.
- [8] 王茂元,黄洪贵,赖铭勇,等. 鲢鱼增殖放流标志技术研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):261-263.
- [9] 张辉,姜亚洲,袁兴伟,等. 大黄鱼耳石标识技术[J]. 中国水产科学,2015,22(6):1270-1277.

彭新亮, 伦 峰, 郭旭升, 等. 黄尾鲮胚胎及仔鱼的发育[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(22): 164–167.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.038

黄尾鲮胚胎及仔鱼的发育

彭新亮¹, 伦 峰¹, 郭旭升^{1,2}, 赵良杰^{1,2}

(1. 信阳农林学院, 河南信阳 464000; 2. 河南省渔业生物工程技术研究中心, 河南信阳 464000)

摘要:黄尾鲮成熟卵呈圆球形, 属黏性卵, 卵径 1.1 mm 左右, 在水温 (23 ± 1) °C 条件下, 受精后 20 min 形成胚盘, 50 min 开始卵裂, 从受精到出膜时间为 41 h。胚胎发育可分为胚盘形成期、卵裂期、桑葚胚期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、眼囊期、晶体出现期、尾牙期、肌肉效应期、心跳期、出膜前期、出膜期等 13 个发育时期。受精卵到胚胎出膜所需有效积温为 902 ~ 984 °C · h, 仔鱼从胚胎出膜到卵黄囊完全吸收所需有效积温为 2 640 ~ 2 880 °C · h。出膜仔鱼第 4 天开始摄食, 由内源型营养向混合型营养转换, 第 5 天卵黄囊消失, 由混合型营养转换为外源型营养, 可以下塘培育。

关键词:黄尾鲮; 胚胎; 仔鱼; 发育; 人工繁殖

中图分类号: S965.124 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)22-0164-04

黄尾鲮 (*Xenocypris davidi* Bleeker) 别称黄尾密鲮、黄尾、黄片、黄姑子、黄瓜鱼等, 隶属鲤科鲮亚科鲮属, 是一种中小型淡水鱼类, 在我国长江、珠江、黄河等水系均有分布。该鱼具有食性杂、生长快、肉质细嫩、营养价值高、适应能力强、易捕捞等特点, 且可以自然繁殖, 能形成自然种群, 有较高的群体生产力, 是水库、湖泊、池塘养殖的理想经济鱼类。黄尾鲮通常生活在水体的中下层, 主要以附生藻类、腐殖质和有机碎屑为食, 有水中“清道夫”之称, 具有净化水质、减缓水体富营养化、改善水生态环境的功能, 故又称生态鱼。因黄尾鲮的生存空间和食性与其他养殖鱼类无竞争关系, 养殖成本较低, 具有较好的经济效益和生态效益, 已成为当前水产养殖品种结构

调整中首选的优良品种之一, 也是天然水域增殖放流的优良品种。2010 年黄尾鲮被列为适宜在全国增殖放流的广布性经济物种, 功能定位为生物净水和渔民增收。近年来, 黄尾鲮野生资源锐减, 因其人工养殖发展迅速, 苗种需求量较大。但该鱼性情急躁, 应激反应剧烈, 人工繁殖难度较大, 难以形成批量的苗种生产。为探索黄尾鲮人工繁殖特性, 本研究对其胚胎和仔鱼发育进行了观察, 旨在为黄尾鲮大批量人工繁殖提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 亲鱼的选择

亲鱼为河南省信阳市罗山县小龙山鱼类良种繁育场培育的黄尾鲮, 年龄为 3 龄, 平均体质量为 500 g。雄鱼头部、鳃盖、胸鳍等处“追星”较多, 体表抚摸粗糙, 轻压腹部能挤出乳白色的精液; 雌鱼则腹部膨大, 卵巢轮廓明显, 压感松软, 在催产之前, 用挖卵器取卵检查, 卵粒大小均匀、饱满、容易分开, 可以进行人工催产。

收稿日期: 2017-08-21

基金项目: 河南省科技攻关项目 (编号: 162102110053); 信阳农林学院青年基金 (编号: 201601012)。

作者简介: 彭新亮 (1979—), 男, 河南项城人, 硕士, 讲师, 主要从事水产养殖教学与研究工作。E-mail: pengxinliang01@126.com。

通信作者: 郭旭升, 硕士, 教授, 主要从事水产种质资源育种与保护研究。E-mail: gxs1968@163.com。

[10] Hoyle S D, Leroy B M, Nicol S J, et al. Covariates of release mortality and tag loss in large-scale tuna tagging experiments[J]. Fisheries Research, 2015, 163 (SI): 106–118.

[11] Jørgensen M G, van Deurs M, Butts I A, et al. PIT-tagging method for small fishes; a case study using sandeel (*Ammodytes tobianus*) [J]. Fisheries Research, 2017, 193: 95–103.

[12] 潘绪伟, 杨林林, 纪炜炜, 等. 增殖放流技术研究进展[J]. 江苏农业科学, 2010(4): 236–240.

[13] 周辉霞, 甘维熊. 鱼类标记技术研究进展及在人工增殖放流中的应用[J]. 湖北农业科学, 2017, 57(7): 1206–1210.

[14] 危起伟, 杜 浩. 长江珍稀鱼类增殖放流技术手册[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 80–88.

[15] Nielsen L A. Methods of marking fish and shellfish[M]. New York: Special Publication, 1992: 23.

[16] Phinney D E, Matthew S B. Field test of fluorescent pigment marking and finclipping of Coho salmon[J]. Journal of the Fisheries

Research Board of Canada, 2011, 26(6): 1619–1624.

[17] Doupe R G, Partridge G J, Lymbery A J. Visible implant fluorescent elastomer tags as pedigree markers for applied aquaculture: an evaluation using black bream *Acanthopagrus butcheri* [J]. Aquaculture Research, 2003, 34(8): 681–683.

[18] Brennan N P, Leber K M, Blackburn B R, et al. Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus* [J]. Fisheries Research, 2007, 83(1): 90–97.

[19] Richard A, O'Rourke J, Caudron A, et al. Effects of passive integrated transponder tagging methods on survival, tag retention and growth of age-0 brown trout [J]. Fisheries Research, 2013, 145: 37–42.

[20] 黄国光, 梁伟峰, 王云新, 等. 穿体标志对黄鳍鲷幼鱼的生长、存活及脱标的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2009, 29(1): 31–35.