

文章编号: 1000-0615(2019)03-0584-09

DOI: 10.11964/jfc.20171010991

鱼类标志放流步骤的优选及其在黄鳍棘鲷中的应用

吕少梁¹, 王学锋^{1*}, 李纯厚²

(1. 广东海洋大学水产学院, 广东湛江 524088;

2. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业农村部南海渔业资源开发利用重点实验室,
广东省渔业生态环境重点实验室, 广东广州 510300)

摘要: 鱼类标志放流过程中, 关键细节缺失参考依据易导致标志鱼因标志操作不规范而死亡(或导致标志脱落), 从而影响基于标志群体抽样的增殖效果评估、放流群体时空格局等后续研究的准确性。本研究以南海重要增殖放流鱼类黄鳍棘鲷为对象, 采用多因素方差分析对比了标志过程中关键操作(标志前麻醉与否、标志部位、植入角度)的生长率、存活率、标志保留率的差异。40 d的实验结果显示, 不同标志操作对鱼的生长无显著影响。麻醉与否对实验鱼的存活率影响极显著。标志部位、植入角度对标志保留率影响显著。优选出的最佳标志操作组合为麻醉, 将T型标志以45°植入背鳍基前部肌肉(存活率95.56%、标志保留率98.89%)。综合以往资料, 本研究提出了黄鳍棘鲷[体长(10.05±0.39)cm]T型标志操作规范建议, 为今后科学开展标志放流提供参考依据: ①标志前暂养, 将待标志鱼放入培育池内暂养3 d或以上, 标志前24 h停食; ②材料消毒, 将T型标志和标志枪针头用75%酒精浸泡消毒5 min; ③麻醉, 用30 mg/L丁香酚溶液(或MS-222麻醉剂)麻醉至鱼体腹部向上翻转时, 迅速进行标志; ④标志, 用标志枪针头拨去标志部位的1个鳞片, 然后针头与鱼体呈45°将T型标志植入背鳍基前部肌肉; ⑤鱼体消毒, 将标志鱼放入含有5%聚维酮碘(或高锰酸钾)的海水溶液中药浴消毒30 min; ⑥标志后暂养, 消毒后的标志鱼人工暂养7 d后可放流。

关键词: 黄鳍棘鲷; 标志放流步骤; T型标志; 多因素方差分析; 增殖放流

中图分类号: S 931.9

文献标志码: A

标志放流在鱼类资源养护、增殖效果评估中具有重要作用, 是研究鱼类生活史(洄游、生长、死亡、补充)^[1-4]及其资源时空分布格局^[5-8]的有效手段。标志的方法主要分为两大类, 一类是表观的, 包括物理标志、化学标志、寄生虫标志等; 另一类是基于分子生物技术的遗传标志。物理标志方法中的T型、工型等体外挂牌标志因具有操作简便、性价比高、易于识别等优点, 目前仍是鱼类批量化标志放流的主要方法之一^[9]。实际应用中由于标志的关键环节缺乏详细的操作规范, 导致标志鱼批量死亡或标志大量脱落, 影响了标志群体回捕评估增殖效果的

准确性, 而增殖效果的评估又影响到渔业管理者和民众对于增殖放流活动的信心以及放流的规模^[10]。因此, 标志效果量化分析与标志放流步骤优选亟需整合并应用于增殖放流实践, 这对中国渔业资源管理和海洋生态补偿制度的完善、实施具有重要意义。

标志操作过程中多项细节(如麻醉、标志部位、植入角度、消毒、暂养等)的优选是改进标志方法、提高标志成功率的重要环节^[11]。理想的标志方法应具备2个基本条件^[12]: ①对鱼的行为、生长、死亡的影响尽可能小; ②标志保留率和识别率尽可能高。受多种因素的影响, 此

收稿日期: 2017-10-08 修回日期: 2018-09-08

资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201403008); 2017年广东省农业标准化专项(K17072); 创新强校项目(GDOU2013050247)

通信作者: 王学锋, E-mail: xuefeng1999@126.com

2个条件往往无法完全满足, 因此, 在实际应用之前有必要定量评价由标志操作细节不规范产生的偏差^[13]。国内外许多文献论述过鱼的品种、鱼体规格、标志材料及规格等因素对标志效果的影响, 但主要集中于单因素分析^[14-19], 而有关不同因素特别是标志过程中关键因素对标志效果的综合影响及优选标志步骤的研究较少。

中国近海渔业资源衰退严重, 而黄鳍棘鲷(*Acanthopagrus latus*)^[20]多栖息于沿岸河口、岩礁海区, 移动范围较小, 此外, 其育苗技术成熟, 经济价值较高^[21], 近年来已成为南海近海增殖放流的重要品种之一。本研究以黄鳍棘鲷为对象, 采用多因素方差分析对比标志过程中不同操作的效果, 旨在优选出适宜的标志操作步骤, 并提出黄鳍棘鲷T型标志操作规范建议, 以期为其他相似的标志方法及鱼类做参考, 为今后放流工作的科学开展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料

于2018年7—8月在广东阳西县沙扒湾养殖场开展了为期40 d的实验。所用黄鳍棘鲷[随机抽取50尾测得体长为(10.05±0.39) cm, 体质量为(34.78±5.35) g]为该养殖场人工培育的健康幼鱼。所用标志设备[含标志枪和T型标志(全长3.70 cm, 空气中质量0.05 g, 黄色)]购自青岛海星仪器有限公司。

按照标志前麻醉与否A[麻醉(记为1)、不麻醉(记为2)]、标志部位B[背鳍基前部肌肉(记为1)、背鳍基后部肌肉(记为2)]、植入角度C[45°(记为1)、90°(记为2)]3个因素, 每个因素2个水平, 依2×2×2析因设计共设8个标志组和1个对照组(每组3个重复, 每个重复30尾鱼, 共810尾)(表1, 图1)。

1.2 实验步骤

标志前暂养 将所选健康幼鱼放入培育池(长3 m、宽3 m、高2 m)中暂养一段时间至3 d内未见鱼有死亡。期间持续增氧, 投喂通用配合饲料, 及时移除死亡和行为异常的个体。标志前24 h停食, 以降低操作过程对鱼体的影响。

材料消毒 将T型标志和标志枪针头用75%酒精浸泡消毒5 min。

麻醉 为防止标志过程中鱼体因剧烈挣扎而受伤, 参照江兴龙等^[22]的麻醉方法, 将鱼放

表 1 各实验组的处理方法

Tab. 1 The treatment methods of each group

处理组	treatment groups	A	B	C
标志组1	tagged 1	1	1	1
标志组2	tagged 2	1	1	2
标志组3	tagged 3	1	2	1
标志组4	tagged 4	1	2	2
标志组5	tagged 5	2	1	1
标志组6	tagged 6	2	1	2
标志组7	tagged 7	2	2	1
标志组8	tagged 8	2	2	2
对照组	control	不做标志处理 untagged		

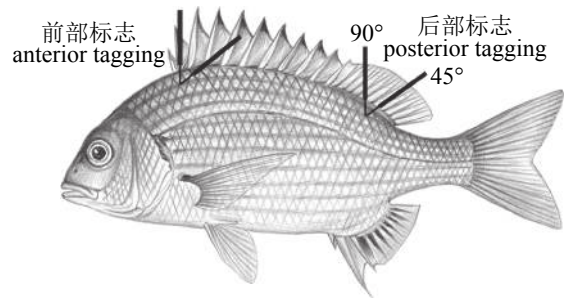


图 1 标志部位、植入角度示意图

Fig. 1 The schematic diagram of tagging locations and implanted angles

入含有30 mg/L丁香酚溶液(丁香酚:酒精=1:9, 配比混合后再溶于海水)的玻璃缸中药浴麻醉, 待鱼体失去平衡, 腹部向上翻转时测量其初始体长(精确至1 mm)、体质量(精确至0.01 g)(每组随机测量10尾), 然后进行标志(每次麻醉3~4尾为宜, 避免实验鱼因过度麻醉而难以恢复正常行为或死亡)。

标志 实验人员戴上绒线手套以确保操作安全, 随机选取处于麻醉状态的实验鱼, 左手轻握鱼体, 右手持标志枪, 将各组分别按相应的标志部位、植入角度完成操作。植入前先用标志枪针头拨去标志部位的1个鳞片, 标志时要一次性迅速扣动标志枪手柄, 将T型标志推进至鱼体并确保植入角度符合实验要求, 标志失败的鱼不用于实验。

鱼体消毒 将标志鱼放入含有5%聚维酮碘溶液的玻璃缸中药浴消毒30 min以防止标志伤口发炎感染, 消毒过程中持续增氧。

标志后暂养 将消毒后的各组标志鱼和对照组的鱼(不标志,其余步骤与标志鱼相同)按组(表1)分别暂养于装有0.4 m³海水的玻璃钢养殖桶(容积0.5 m³)中,每桶30尾。

暂养期间采用自然光照,养殖用水为砂滤后的自然海水,持续增氧。每天投喂2次通用配合饲料(上午9:00、下午5:00),根据鱼的摄食情况调整投喂量,正常情况日投喂量为鱼体质量的3%~4%。每天换水1次,换水量50%。每8 h观察并记录实验鱼的行为、死亡、脱标等情况。每2 d用YSI水质参数仪测定各桶的水质指标,实验期间水温27.6~31.7 °C,盐度12.2~18.5, pH 7.74~8.37,溶解氧6.00 mg/L以上。为减少误差,标志操作及数据测定均由固定的2名受过培训的实验员完成。

1.3 数据分析

数据处理 实验结束后停食24 h,每桶随机抽10尾鱼测定终末体长、体质量。实验数据均以每组3个重复的平均值±标准差(mean±SD)表示。分别求出体长特定生长率(specific growth rate of body length, SGR_L)和体质量特定生长率(specific growth rate of body weight, SGR_W),按以下公式计算^[12]:

$$SGR_L (\%/d) = 100\% \times (\ln L_t - \ln L_0) / t$$

$$SGR_W (\%/d) = 100\% \times (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

式中, L_0 和 L_t 分别为初始体长和终末体长(cm), W_0 和 W_t 分别为初始体质量和终末体质量(g), t 为实验天数(d)。

分析方法 采用多因素方差分析^[23]比较各组间鱼的生长指标、存活率、标志保留率的差异是否显著。统计分析均使用SPSS 19.0软件完成, $P>0.05$ 时认为无显著差异。

2 结果

2.1 标志对实验鱼正常活动的影响

标志过程对实验鱼正常活动产生了一定程度的影响,但经过7 d的暂养后逐步恢复正常。游泳能力方面,刚标志的鱼大部分聚集在桶底基本不游动,少数游泳时略倾向带标志一侧,且标志鱼鳍摆动的频率和幅度均比正常情况低,对外界应激反应的敏感度明显降低。5 d后,标志鱼的游泳行为和应激敏感度恢复正常,与对照组无异;摄食方面,标志后第1天,投喂饲料标志鱼不摄食。第3天,标志鱼恢复正常摄食,与对照组无异;炎症方面,标志后第3天,部分标志鱼的标志部位发炎溃烂,导致养殖水体浑浊。及时在桶中加入20 mg/L高锰酸钾进行多次消毒、换水。7 d后炎症褪去,伤口逐渐愈合,水体清澈程度与对照组无异。

2.2 不同标志操作对实验鱼生长的影响

鱼类的生长率是评价标志效果的一项重要指标。方差分析结果显示,本研究不同标志操作对鱼的生长无显著影响(表2)。实验开始时各组间鱼的体长、体质量均无显著差异($P>0.05$),实验结束时各组间的体长、体质量及体长、体质量特定生长率也均无显著差异($P>0.05$)。

表2 各实验组鱼的生长指标值

Tab. 2 The growth parameters of fish in each group of tagging experiment

处理组 treatment groups	初始体长/cm L_0	终末体长/cm L_t	初始体质量/g W_0	终末体质量/g W_t	体长特定生长率/(%/d) SGR_L	体质量特定生长率/(%/d) SGR_W
标志组1 tagged 1	10.03±0.38	11.48±0.36	34.66±5.07	48.22±6.11	0.34±0.04	0.83±0.51
标志组2 tagged 2	10.12±0.38	11.67±0.38	36.54±5.04	48.07±6.02	0.36±0.04	0.69±0.34
标志组3 tagged 3	9.99±0.38	11.58±0.45	34.53±4.89	49.00±6.39	0.37±0.05	0.88±0.31
标志组4 tagged 4	10.06±0.40	11.61±0.42	35.47±5.23	50.54±7.96	0.36±0.05	0.88±0.41
标志组5 tagged 5	10.05±0.39	11.54±0.41	34.94±3.78	49.81±7.32	0.34±0.05	0.88±0.32
标志组6 tagged 6	10.04±0.42	11.60±0.46	34.48±4.41	49.10±7.97	0.36±0.04	0.87±0.39
标志组7 tagged 7	10.02±0.39	11.54±0.44	35.25±4.66	49.69±5.53	0.35±0.04	0.86±0.31
标志组8 tagged 8	10.09±0.41	11.57±0.44	36.08±3.99	48.79±8.48	0.34±0.05	0.73±0.45
对照组 control	10.06±0.38	11.60±0.40	35.52±4.65	48.54±8.51	0.36±0.06	0.76±0.46

2.3 不同标志操作对存活率、标志保留率的影响

存活率和标志保留率是衡量标志方法优劣的另外2项重要指标。基于存活率和标志保留率优选出的最佳标志操作组合为麻醉, 将T型标志以45°植入背鳍基前部肌肉, 即标志组1的操作步骤, 其存活率最高(95.56%), 标志保留率也最高(98.89%), 且该组标志3 d后不再出现脱标, 7 d后标志鱼未见死亡。

方差分析结果显示, A、B、C 3个因素之间

不存在显著的交互作用($P>0.05$)。存活率方面, 按均方大小, 3个因素的影响依次为麻醉与否>标志部位>植入角度(表3), 其中麻醉与否对实验鱼的存活率影响极显著($P<0.01$), 而标志部位、植入角度则影响不显著($P>0.05$); 麻醉的存活率(93.89%)>不麻醉(86.11%)(表4), 标志前部(90.56%)>标志后部(89.44%), 45°植入(90.28%)>90°植入(89.72%)。标志保留率方面, 3个因素对标志保留率的影响依次为标志部位>植入角度>麻醉与否, 其中标志部位、植入角度对标志保

表 3 不同标志操作对实验鱼存活率、标志保留率影响的多因素方差分析

Tab. 3 Effects of tagging procedures on rates of survival and tag retention using multifactor analysis of variance

因素 factors	存活率 survival rate					标志保留率 tag retention rate				
	平方和 sum of squares	自由度 df	均方 mean square	F值 F value	P值 P value	平方和 sum of squares	自由度 df	均方 mean square	F值 F value	P值 P value
A	0.036	1	0.036	39.200	<0.001	0.001	1	0.001	2.500	0.133
B	0.001	1	0.001	0.800	0.384	0.004	1	0.004	8.100	0.012
C	<0.001	1	<0.001	0.200	0.661	0.002	1	0.002	4.900	0.042
A×B	0.001	1	0.001	0.800	0.384	<0.001	1	<0.001	0.100	0.756
A×C	<0.001	1	<0.001	0.200	0.661	<0.001	1	<0.001	0.900	0.357
B×C	<0.001	1	<0.001	0.200	0.661	<0.001	1	<0.001	0.100	0.756
A×B×C	<0.001	1	<0.001	0.200	0.661	<0.001	1	<0.001	0.900	0.357
误差 error	0.015	16	0.001			0.007	16	<0.001		
总和 total	19.493	24				22.121	24			

表 4 各标志组鱼的存活和标志保留情况

Tab. 4 The rates of survival and tag retention of fish in each tagged group

处理组 treatment groups	标志组 tagged	tagged	A	B	C	存活率/% survival rate	标志保留率/% tag retention rate
			1	1	1	95.56±1.92	98.89±1.92
	标志组2	tagged 2	1	1	2	94.44±1.92	96.67±3.33
	标志组3	tagged 3	1	2	1	93.33±3.33	95.56±1.92
	标志组4	tagged 4	1	2	2	92.22±3.85	95.56±1.92
	标志组5	tagged 5	2	1	1	86.67±3.33	97.78±1.92
	标志组6	tagged 6	2	1	2	85.56±3.85	95.56±1.92
	标志组7	tagged 7	2	2	1	85.56±1.92	95.56±1.92
	标志组8	tagged 8	2	2	2	86.67±3.33	92.22±1.92
存活率/% survival rate	水平1均值	mean value of level 1	93.89±2.78	90.56±5.29	90.28±5.02		
	水平2均值	mean value of level 2	86.11±2.78	89.44±4.46	89.72±4.81		
标志保留率/% tag retention rate	水平1均值	mean value of level 1	96.67±2.46	97.22±2.39	96.94±2.23		
	水平2均值	mean value of level 2	95.28±2.64	94.72±2.23	95.00±2.66		

留率影响显著($P<0.05$), 而麻醉与否则影响不显著($P>0.05$); 标志前部的标志保留率(97.22%)>标志后部(94.72%), 45°植入(96.94%)>90°植入(95.00%), 麻醉(96.67%)>不麻醉(95.28%)。

3 讨论

3.1 标志对鱼正常生理的影响

理想的标志方法应尽可能不影响鱼的正常活动^[24]。本研究发现, 生长方面标志组和对照组鱼的体长、体质量特定生长率无显著差异, 与大多数鱼类标志实验的研究结果一致^[12, 16-17, 25]。而Rikardsen等^[26]发现, 体外挂牌标志对鱼的生长有一定的负面影响, 在标志后10 d内鱼的特定生长率为负值, 这可能是标志前期的胁迫导致鱼摄食量减少而使体质量降低, 由于本研究没有在标志后分时间段测量鱼的体长、体质量, 无法了解是否存在类似的生长抑制现象。游泳、摄食方面, 出现的异常行为与研究鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[27]和青石斑鱼(*Epinephelus awoara*)^[28]时观察到的情况相似, 很可能是标志造成的不良影响, 鱼体需要逐渐适应。炎症方面, 鱼体出现了标志部位溃烂、水体浑浊以及重新加入高锰酸钾消毒后好转的现象, 可能与标志操作过程中的消毒效果有关, 而水体出现浊状悬浮物应该是鱼游动时腐烂肌肉组织脱落、水体微生物作用等因素产生。若改进消毒方式(如更换消毒效果更好的高锰酸钾或土霉素溶液、延长消毒时间、分多次进行消毒), 可能效果会更好, 这尚有待通过实验加以证实。Smith等^[12]发现, 增加水体盐度对鱼体的恢复有很大帮助。而本研究进行期间常有连续性降雨, 导致抽入砂滤池的海水盐度较低, 可能是造成鱼体恢复效果不理想的原因之一。此外, Williams等^[29]利用一种可遥控开口的网箱将标志后的鱼暂养于放流海域, 发现标志鱼没有因最初标志植入而死亡, 效果较好。这种自然海域网箱暂养的方法值得进一步研究。

综上, 标志会对鱼的生理产生不同程度的影响, 但经过一段时间的暂养会逐步恢复正常。本研究标志鱼游泳、摄食、炎症方面的现象均表明标志后暂养7 d再放流是十分必要的。首先, 标志鱼若直接放流到自然海域中, 可能会因不适应植入的标志, 因游泳、摄食行为异

常而死亡; 或标志鱼因应激反应迟钝, 在逃避捕食或摄食方面的能力会受到较大影响。其次, 标志后立即投放可能导致标志群体数量估计偏低, 因为标志鱼放流后短时间内的死亡会降低回捕率, 从而很可能低估增殖效果。

3.2 影响标志存活率及标志保留的因素

麻醉与否 目前, 麻醉剂种类有近30种^[30], 其中丁香酚和MS-222被认为是最安全有效的麻醉药物^[31-32], 广泛应用于鱼类人工催产、测长称重、苗种运输、标志放流等渔业生产及研究中^[33]。鱼体在多重应激或极强烈应激的情况下, 通过感知应激因子引起反应, 而麻醉剂可降低应激反应的发生, 使鱼保持镇静, 是提高存活率的有效方法^[34]。此外, 麻醉液经鳃丝吸收进入血液系统, 若剂量过大或麻醉时间过长会使鱼呼吸麻痹而导致死亡^[35], 所以一次性麻醉鱼的数量不宜过多。本研究发现不麻醉标志组的存活率较低, 且死亡的鱼体表有许多伤痕。由于黄鳍棘鲷生性较凶猛, 标志操作过程中不麻醉的鱼挣扎剧烈, 造成的碰撞、掉鳞等机械损伤对其生理影响极大, 标志后鱼极易死亡。因此, 标志前有必要使用适量麻醉剂将鱼麻醉。

标志部位 标志部位对小型鱼类标志放流尤其重要, 目前选取肌肉相对厚实、操作简便的鱼体背部进行标志最为常见。本研究发现, 标志部位对标志保留率有显著影响, 且T型标志植入背鳍基前部的肌肉优于背鳍基后部的, 这与黄国光等^[36]的研究结果一致。背鳍基前部的肌肉较厚, 能较好的固定T型支线, 且该部位远离中枢神经和血液循环系统, 不会对标志鱼产生过多生理胁迫; 而后部的肌肉相对较薄且靠近鱼体尾部, 鱼尾摆动影响易使标志部位发炎, 且T型标志更易脱落。实验中观察到背鳍基后部肌肉标志组的鱼多因标志处伤口溃烂而脱标。因此, 应尽量选择背鳍基前部肌肉较厚的位置进行标志。

植入角度 本研究发现, 植入角度对标志保留率有显著影响, T型标志以45°植入的效果优于以90°植入的, 随着植入角度的增大, 标志保留率降低。可能是45°植入的T型标志与鱼体流线型走向及游泳方向较90°植入的更一致, 对鱼体的游泳、摄食行为影响更小。而植入角度较大时, 鱼体游动过程中需消耗更多的能量来消

除T型标志造成的阻力和胁迫。因此,将T型标志以45°植入背鳍基前部肌肉更合适。

此外,影响标志鱼存活率及标志保留率的因素还有标签种类、鱼体规格、操作者的熟练程度、消毒与否、放流的时间、放流区的自然环境等,而量化这些因素的影响是人们掌握标志技术、提高标志效果的必经之路。随着科技发展,新型标志手段会越来越多,但提高标志鱼存活率和标志保留率仍是标志放流的首要目标。本研究所采用的多因素方差分析为同时比较不同因素对标志效果的影响、继而优选最佳处理组合提供了一种新思路。

4 结论

综合以往资料,本研究提出黄鳍棘鲷[体长(10.05±0.39) cm] T型标志操作规范建议,为今后标志放流提供参考依据:①标志前暂养,将待标志鱼放入培育池内暂养3 d或以上,标志前24 h停食;②材料消毒,将T型标志和标志枪针头用75%酒精浸泡消毒5 min;③麻醉,用30 mg/L丁香酚溶液(或MS-222麻醉剂)麻醉至鱼体腹部向上翻转时,迅速进行标志;④标志,用标志枪针头拨去标志部位的1个鳞片,然后针头与鱼体呈45°将T型标志植入背鳍基前部肌肉;⑤鱼体消毒,将标志鱼放入含有5%聚维酮碘(或高锰酸钾)的海水溶液中药浴消毒30 min;⑥标志后暂养,消毒后的标志鱼人工暂养7 d后可放流。

感谢阳西县恒生水产养殖专业合作社林李泉先生为本研究提供的实验场地、苗种和养殖技术指导;实验室林坤、黄奕林、杨昌焕、刘禹希等同学在实验过程中给予的帮助。

参考文献:

- [1] Copeland J R, Noble R L. Movements by young-of-year and yearling largemouth bass and their implications for supplemental stocking[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 1994, 14(1): 119-124.
- [2] Mcdermott S F, Fritz L W, Haist V. Estimating movement and abundance of Atka mackerel (*Pleurogrammus monoptyerygius*) with tag-release-recapture data[J]. *Fisheries Oceanography*, 2005, 14(S1): 113-130.
- [3] Able K W, Hagan S M, Brown S A. Habitat use, movement, and growth of young-of-the-year *Fundulus* spp. in southern New Jersey salt marshes: comparisons based on tag/recapture[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2006, 335(2): 177-187.
- [4] Adlerstein S A, Rutherford E S, Clapp D, et al. Estimating seasonal movements of Chinook salmon in Lake Huron from efficiency analysis of coded wire tag recoveries in recreational fisheries[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2007, 27(3): 792-803.
- [5] Isely J J, Tomasso J R. Estimating fish abundance in a large reservoir by mark-recapture[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 1998, 18(2): 269-273.
- [6] Masuda R, Tsukamoto K. Stock enhancement in Japan: review and perspective[J]. *Bulletin of Marine Science*, 1998, 62(2): 337-358.
- [7] Buckmeier D L, Betsill R K, Schlechte J W. Initial predation of stocked fingerling largemouth bass in a Texas Reservoir and implications for improving stocking efficiency[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2005, 25(2): 652-659.
- [8] 陈锦涛,戴小杰. 鱼类标志放流技术的研究现状[J]. *上海水产大学学报*, 2005, 14(4): 451-456.
Chen J T, Dai X J. Current status of fish tagging technology[J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2005, 14(4): 451-456(in Chinese).
- [9] Skalski J R, Buchanan R A, Griswold J. Review of marking methods and release-recapture designs for estimating the survival of very small fish: examples from the assessment of salmonid fry survival[J]. *Reviews in Fisheries Science*, 2009, 17(3): 391-401.
- [10] 李陆嫔,黄硕琳. 我国渔业资源增殖放流管理的分析研究[J]. *上海海洋大学学报*, 2011, 20(5): 765-772.
Li L P, Huang S L. A study on management of stock enhancement in China[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2011, 20(5): 765-772(in Chinese).
- [11] Dixon C J, Mesa M G. Survival and tag loss in Moapa White River springfish implanted with passive integrated transponder tags[J]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2011, 140(5): 1375-1379.
- [12] Smith N J, Mccall P L, Sutton T M. Effects of different tagging protocols on survival, growth, and tag retention in juvenile least cisco *Coregonus sardinella*[J]. *Fisheries Research*, 2017, 187: 68-72.
- [13] Buckmeier D L, Reeves K S. Retention of passive

- integrated transponder, T-Bar anchor, and coded wire tags in lepisosteids[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2012, 32(3): 573-576.
- [14] 孙忠, 余方平, 王跃斌. 鲢鱼增殖放流标志技术的初步研究[J]. *海洋渔业*, 2007, 29(4): 344-348.
Sun Z, Yu F P, Wang Y B. Preliminary study on the tagging techniques for the release and enhancement of *Müichthys müiuu*[J]. *Marine Fisheries*, 2007, 29(4): 344-348(in Chinese).
- [15] Lin M L, Xia Y G, Murphy B R, *et al.* Size-dependent effects of coded wire tags on mortality and tag retention in redbtail culter *Culter mongolicus*[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2012, 32(5): 968-973.
- [16] 刘芝亮, 徐永江, 柳学周, 等. T型标志牌标记牙鲆苗种[J]. *渔业科学进展*, 2013, 34(6): 80-86.
Liu Z L, Xu Y J, Liu X Z, *et al.* Tagging of Japanese flounder using T-bar tags[J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2013, 34(6): 80-86(in Chinese).
- [17] 柳学周, 徐永江, 陈学周, 等. 半滑舌鳎苗种体外挂牌标志技术研究[J]. *海洋科学进展*, 2013, 31(2): 273-280.
Liu X Z, Xu Y J, Chen X Z, *et al.* Study on tagging of the tongue sole using T-bar tags[J]. *Advances in Marine Science*, 2013, 31(2): 273-280(in Chinese).
- [18] Brewer M A, Rudershausen P J, Sterba-Boatwright B D, *et al.* Survival, tag retention, and growth of Spot and Mummichog following PIT tag implantation[J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2016, 36(3): 639-651.
- [19] Del Mar Gil M, Palmer M, Grau A, *et al.* Comparing tagging strategies: effects of tags on retention rate, mortality rate and growth in hatchery-reared juvenile meagre, *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae)[J]. *Scientia Marina*, 2017, 81(2): 171-178.
- [20] 伍汉霖, 邵广昭, 赖春福, 等. 拉汉世界鱼类系统名典[M]. 基隆: 水产出版社, 2012: 237.
Wu H L, Shao G Z, Lai C F, *et al.* Wu H L, Shao G Z, Lai C F, *et al*[M]. Jilong: Fisheries Press, 2012: 237(in Chinese).
- [21] 施晓峰, 史会来, 楼宝, 等. 黄鳍鲷生物学特性及人工繁养现状[J]. *河北渔业*, 2012(1): 52-55.
Shi X F, Shi H L, Lou B, *et al.* Biological characteristics and artificial propagation, culture technique for *Sparus latus* (Houttuyn)[J]. *Hebei Fisheries*, 2012(1): 52-55(in Chinese).
- [22] 江兴龙, 黄永春, 黄良敏, 等. 厦门湾黄鳍鲷增殖放流效果的评估[J]. *集美大学学报(自然科学版)*, 2013, 18(3): 161-166.
Jiang X L, Huang Y C, Huang L M, *et al.* An evaluation on the effect of *Sparus latus* enhancement & release in Xiamen Bay[J]. *Journal of Jimei University(Natural Science Edition)*, 2013, 18(3): 161-166(in Chinese).
- [23] 高忠江, 施树良, 李钰. SPSS方差分析在生物统计的应用[J]. *现代生物医学进展*, 2008, 8(11): 2116-2120.
Gao Z J, Shi S L, Li Y. Application of SPSS in ANOVA of biological statistics[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2008, 8(11): 2116-2120(in Chinese).
- [24] Clark S R. Effects of passive integrated transponder tags on the physiology and swimming performance of a small-bodied stream fish[J]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2016, 145(6): 1179-1192.
- [25] Otterå H, Kristiansen T S, Svåsand T. Evaluation of anchor tags used in sea-ranching experiments with atlantic cod (*Gadus morhua* L.)(J). *Fisheries Research*, 1998, 35(3): 237-246.
- [26] Rikardsen A H, Woodgate M, Thompson D A. A comparison of Floy and soft V1alpha tags on hatchery Arctic Charr, with emphasis on tag retention, growth and survival[J]. *Environmental Biology of Fishes*, 2002, 64(1-3): 269-273.
- [27] 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.
Wang M Y, Huang H G, Lai M Y, *et al.* Study on enhancement and tagged releasing technology of *Hypophthalmichthys molitrix*[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2015, 43(9): 261-263(in Chinese).
- [28] 韩书煜, 邹建伟, 陈剑锋, 等. 人工增殖放流石斑鱼类的标识技术研究[J]. *现代渔业信息*, 2010, 25(3): 12-14, 17.
Han S Y, Zou J W, Chen J F, *et al.* Study on marking technique of *Epinephelus awoara* for artificial stocking[J]. *Modern Fisheries Information*, 2010, 25(3): 12-14, 17(in Chinese).
- [29] Williams L J, Herbig J L, Szedlmayer S T. A cage release method to improve fish tagging studies[J]. *Fisheries Research*, 2015, 172: 125-129.
- [30] 刘长琳, 陈四清, 何力, 等. MS-222对半滑舌鳎成鱼的麻醉效果研究[J]. *中国水产科学*, 2008, 15(1): 92-99.
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(in Chinese).
- [31] Hseu J R, Yeh S L, Chu Y T, *et al.* Comparison of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*[J]. *Acta Zoologica Taiwanica*, 1998, 9(1): 35-41.
- [32] Prince A, Powell C. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout[J]. [North American Journal of Fisheries Management](#), 2000, 20(4): 1029-1032.
- [33] 严银龙, 施永海, 张海明, 等. MS-222、丁香酚对刀鲚幼鱼的麻醉效果[J]. *上海海洋大学学报*, 2016, 25(2): 177-182.
- Yan Y L, Shi Y H, Zhang H M, *et al.* The anesthetic effect of MS-222 and eugenol on *Coilia nasus* Schlegel juvenile fish[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2016, 25(2): 177-182(in Chinese).
- [34] 刘小玲. 鱼类应激反应的研究[J]. [水利渔业](#), 2007, 27(3): 1-3.
- Liu X L. Studies on the emergency responses of fishes[J]. [Reservoir Fisheries](#), 2007, 27(3): 1-3(in Chinese).
- [35] 刘长琳, 李继强, 陈四清, 等. 丁香酚麻醉半滑舌鲷成鱼的试验研究[J]. *海洋水产研究*, 2007, 28(3): 50-56.
- Liu C L, Li J Q, Chen S Q, *et al.* Study on the anaesthetic effects of clove oil on adult *Cynoglossus semillaervis* Günther[J]. *Marine Fisheries Research*, 2007, 28(3): 50-56(in Chinese).
- [36] 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.
- Huang G G, Liang W F, Wang Y X, *et al.* Growth, survival and mark shedding of juvenile *Sparus latus* Houttuyn with coded plastic tags[J]. [Journal of Guangdong Ocean University](#), 2009, 29(1): 31-35(in Chinese).

Optimization of key procedures for fish tagging and releasing with its application to yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*)

LÜ Shaoliang¹, WANG Xuefeng^{1*}, LI Chunhou²

(1. College of Fisheries, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China;

2. Key Laboratory of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Guangdong Provincial Key Laboratory of Fishery Ecology and Environment; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Tagging and releasing techniques are commonly used to obtain information on behavior and assess the effects of stock enhancement in marine fishes, which is based on the sampling of tagged population. However, the lack of the field protocol on fish tagging techniques undoubtedly leads to the tag loss or even the death of a large quantity of tagged fish. In this study, *Acanthopagrus latus*, one of the main stocking species in northern South China Sea, was employed to conduct the 40 days experiment using T-bar anchor tags. Three factors in the key tagging procedures were considered: (a) anesthetized or not (anesthetized or unanesthetized); (b) tagging locations (anterior dorsal muscle or posterior dorsal muscle) and (c) implanted angles (45° or 90°). According to a 2×2×2 factorial design, the experiment was divided into 8 tagged groups and 1 control group, with 3 replicates per group and 30 juvenile *A. latus* [initial average body length (10.05±0.39) cm] per replicate. Rates of growth, survival and tag retention were evaluated quantitatively by multifactor analysis of variance. The results showed that there was no significant difference in the specific growth rate among groups. Anesthetized or not was the factor that produced very significant difference in survival rate. Tagging locations and implanted angles produced significant difference in tag retention rate. Tagging by T with 45° into the anterior dorsal muscle of *A. latus* was the optimal procedure, which had the highest survival rate of 95.56% with tag retention rate of 98.89%. Finally, the field protocol suggestion was proposed: ① the fish should be reared no less than 3 days before being tagged; ② the tagging equipment should be sterilized using 75% alcohol for 5 minutes; ③ the fish should be anesthetized using 30 mg/L eugenol solution or MS-222 until they could not maintain equilibrium; ④ the fish should be tagged with angles of 45° into the anterior dorsal muscle; ⑤ the fish should be sterilized using 5% povidone iodine or KMnO₄ for 30 minutes; ⑥ the tagged fish should be then reared for 7 days before being released. This study will provide basic data for fish tagging studies in the future.

Key words: *Acanthopagrus latus*; tagging procedures; T-bar anchor tags; multifactor analysis of variance; stock enhancement

Corresponding author: WANG Xuefeng. E-mail: xuefeng1999@126.com

Funding projects: Special Fund for Agro-scientific Research in the Public Interest (201403008); Guangdong Provincial Special Fund for Agricultural Standardization (K17072); Project of Enhancing School with Innovation of Guangdong Ocean University (GDOU2013050247)