

文章编号: 1674 - 5566(2012)05 - 0715 - 05

## 金钱鱼幼鱼低温耐受能力和饵料营养需求的研究

宋 郁, 苏冒亮, 刘南希, 张俊彬

(上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306)

**摘 要:** 在海水鱼苗培育过程中, 温度耐受能力和饵料营养需求是主要考虑的因素。采用人工降温胁迫法, 探讨金钱鱼幼鱼对低温胁迫的耐受性。结果表明, 金钱鱼幼鱼的低温半致死温度(LT<sub>50</sub>)为 12.2 ℃, 低温致死温度为 11.0 ℃。此外, 还开展了金钱鱼幼鱼营养需求的研究, 结果显示植物蛋白人工饲料组的生长显著快于动物蛋白人工饲料组, 表明金钱鱼对饲料的动物蛋白需求低, 这一养殖新对象符合低碳经济的养殖潮流, 结果有助于指导金钱鱼人工养殖过程中对水温及饵料营养等因素进行有效管理。

**研究亮点:** 通过急性低温胁迫实验, 首次报道金钱鱼幼鱼低温半致死温度和低温致死温度, 通过饵料营养实验证实了金钱鱼的植食偏好性, 实验所得结果可以为金钱鱼生产养殖中的水温调控及营养配比提供理论指导。

**关键词:** 金钱鱼; 致死温度; 营养需求

**中图分类号:** S 965.2

**文献标志码:** A

金钱鱼 (*Scatophagus argus*) 又名金鼓鱼, 隶属鲈形目 (Perciformes), 鲈亚目 (Percoidei), 金钱鱼科 (Scatophagidae), 金钱鱼属 (*Scatophagus* Cuvier et Valenciennes), 在我国东海南部至南海近海海域都有分布, 体表布满金钱状黑色圆斑, 部分鱼额头有类似荧光色条斑分布, 鲜艳斑斓, 是名贵的水族观赏鱼类之一。同时由于其肉质细嫩、味道鲜美, 且具较高营养价值, 因而亦成为广受大众喜爱的重要食用鱼<sup>[1]</sup>。金钱鱼对环境的适应性和抗病抗逆性极强, 且性情温和、极易驯养。此鱼可以在海水、咸淡水和纯淡水等不同类型的养殖环境中正常生长和发育。不过, 通常暖水性鱼类对低温较敏感, 如罗非鱼 (*Oreochromis*) 在环境气候恶化、极端天气增多时, 冻死事件常有发生, 从而给养殖业造成了巨大的经济损失<sup>[2-3]</sup>。因此, 了解暖水性鱼类的耐低温限度, 对人工养殖实践具有重要的指导意义。

迄今为止, 国内外有关金钱鱼养殖的生物学基础研究非常少, 在人工繁殖研究方面国外在性激素促进金钱鱼性腺发育成熟和诱导产卵方面

做了初步研究, 有报道说金钱鱼幼鱼的分布与其所在的水环境盐度及温度有关<sup>[1]</sup>。未见有关金钱鱼的低温耐受性和营养需求方面的深入研究报道。而金钱鱼作为新的养殖资源, 其扩繁和养殖推广已经列于国家“十二五”科技计划, 迫切需要对低温适应能力及食性偏好等进行阐明, 以利于这一海水养殖新品种的推广和产业化。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验材料

试验用金钱鱼取自广东省阳江养殖基地。

#### 1.2 试验饵料

试验开始前, 投喂所有金钱鱼幼鱼 2 周天然饵料 (红虫)。试验开始时, 停喂天然饵料, 改投人工配合饲料。本试验的人工配合饲料有 3 种: 植物蛋白人工配合饲料、动物蛋白较高的人工配合饲料及动物蛋白较低的人工配合饲料。依照国标方法测定各成分, 每个试样取两个平行样进行测定, 取算术平均值。

收稿日期: 2012-05-16 修回日期: 2012-06-01

基金项目: 国家科技部“十二五”科技支撑计划(2011BAD13B00); 国家自然科学基金(41176109)

作者简介: 宋 郁(1984—), 女, 硕士研究生, 研究方向为海水鱼繁育生物学。E-mail: ysong1121@hotmail.com

通讯作者: 张俊彬, E-mail: jb-zhang@shou.edu.cn

### 1.2.1 饲料中粗蛋白的测量

根据 GB/T 6432—94 饲料中粗蛋白测定方法,利用凯氏定氮法测定试样中的含氮量,即在催化剂作用下,经过硫酸消化,使含氮物转化成硫酸铵,加入强碱进行蒸馏使氨溢出,用硼酸吸收后,再用酸滴定,测出含氮量,将结果乘以换算系数 6.25,计算出粗蛋白含量。

### 1.2.2 饲料中粗脂肪的测量

根据 GB/T 6433—2006 饲料中粗脂肪的测定,利用石油醚提取脂肪,经蒸馏、干燥除去溶剂后,称量残渣,计算得出粗脂肪含量。

### 1.2.3 饲料中粗灰分的测量

根据 GB/T 6438—2007 饲料中粗灰分的测定,在规定条件下,试样经 550 °C 灼烧,使其中有机质分解,对充分灼烧后所得的灰分称量,计算出粗灰分含量。

## 1.3 低温致死试验

按照低温致死温度实验的常规要求,幼鱼在开始实验前已在实验室驯养 1 个月(25 °C)。随机挑选规格大致一致的金钱鱼幼鱼 20 尾,分别放入 2 个规格为 50 cm × 30 cm × 30 cm 的水族箱中暂养,每箱 10 尾,进行低温胁迫试验。试验用幼鱼平均全长为(6.10 ± 0.11) cm、平均体长为(5.09 ± 0.10) cm、平均体高为(3.08 ± 0.06) cm、平均体重为(6.95 ± 0.34) g。

试验开始后,持续缓慢降温,前 12 h 平均每小时下降 1 °C,然后每 4 小时降 1 °C,直到试验用鱼全部死亡。期间,观察并记录试验鱼的状态变化、出现的时间以及个体数量,以便试验结束后进行统计分析。

金钱鱼在不同温度时的死亡率计算公式:

$$R_t = \sum_j n_j / N \quad (1)$$

式中: $R_t$  为金钱鱼幼鱼在到达  $t$  温度时的死亡率; $n_j$  为金钱鱼幼鱼到达  $t$  温度时累加的总死亡鱼数; $N$  为试验鱼总数。由死亡率可推知存活率。

### 1.4 饵料试验

试验于 2011 年 7 月至 8 月在室内循环水系统进行,缸的规格为 100 cm × 50 cm × 40 cm。将 90 尾金钱鱼幼鱼(全长 7 ~ 10 cm)随机平均分配至 9 个缸中,将这 9 缸幼鱼随机分为 3 个饵料试验组,分别投喂植物蛋白人工配合饲料、动物蛋白高的人工配合饲料、动物蛋白低的人工配合饲料,每组设 3 个平行组。试验期间,水温控制在

25 ~ 28 °C,每日分别在上午 8 时、傍晚 6 时按时投喂饵料,日投饲量为体重的 3%,每日采用虹吸法定时吸污,损失的养殖用水由系统自给补足。试验养殖期为 28 d,每 7 天测量 1 次数据。每次测量采集全部幼鱼的全长、体长、体高(精确至 0.01 cm)及体重(精确至 0.01 g)等数据,取均值记录,并对各饵料组的试验数据进行统计分析。数据采集在投喂 3 h 后进行,以避免摄食对体重测量的影响。

运用 Excel 软件中的单因素方差分析对试验数据进行处理。

## 2 结果

### 2.1 金钱鱼幼鱼对低温胁迫的反应

试验结果显示(表 1),降温试验从 25 °C 到 20 °C 的过程中,金钱鱼幼鱼都能保持较好的生理状态;但随着温度由 20 °C 逐渐下降到 16 °C,幼鱼在游动、体色及摄食方面的状态稍欠佳;当温度进一步降至 14 °C 时,部分幼鱼出现死亡征兆,幼鱼整体状态越来越不济;在试验温度降至 13 °C 时,出现首例金钱鱼幼鱼死亡;随着温度进一步下降,大部分幼鱼呈现垂死状态,死亡率上升;在 11.0 °C 时幼鱼全部死亡(图 1)。计算得到金钱鱼幼鱼的半致死温度为 12.2 °C。

表 1 金钱鱼幼鱼在不同温度下的行为表现  
Tab.1 Behaviors of *Scatophagus argus* juveniles at different temperatures

| 温度/°C   | 行为表现                          |
|---------|-------------------------------|
| 20 ~ 25 | 状态较好、游动正常、体色较深、照常吃食           |
| 16 ~ 20 | 游动稍缓、体色稍浅、减少摄食                |
| 14 ~ 16 | 部分静卧水底、鳍条摆动频率低、体色更浅、少数侧卧、停止摄食 |
| 11 ~ 14 | 大多侧卧、失去平衡、垂死挣扎、体色泛白、开始死亡      |

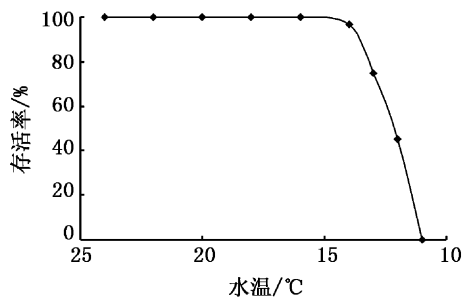


图 1 不同温度下金钱鱼幼鱼的存活率  
Fig.1 Survival rate of *Scatophagus argus* juveniles at different temperatures

## 2.2 不同饵料对金钱鱼幼鱼生长的影响

本试验所用的3种人工配合饲料的主要成分见表2。试验开始时,各组的全长、体长、体高、体重增长等数据各组并无显著差异。28 d后,各平行对照组间差异不显著,但各饵料组间存在显著差异。研究结果表明(图2),投喂植物蛋白人

工配合饲料的试验用鱼生长速度是3组中最快的,投喂动物蛋白人工配合饲料的两组试验鱼生长速度差异不大,结果表明,植物蛋白人工配合饲料组生长最快。表明金钱鱼对动物蛋白的要求不高,证明了金钱鱼在食性和营养需求上存在明显的植食偏好性。

表2 3种人工配合饲料的主要成分含量  
Tab.2 Main ingredients of three artificial feeds

| 饵料名称          | 粗蛋白/% | 粗脂肪/% | 粗灰分/% | 主要原料               |
|---------------|-------|-------|-------|--------------------|
| 植物蛋白人工配合饲料    | 32.98 | 1.28  | 10.02 | 藻类蛋白、黄豆粉           |
| 动物蛋白较高的人工配合饲料 | 31.49 | 2.30  | 8.55  | 鱼肉蛋白、鱼粉、蛋粉、黄豆粉、南极虾 |
| 动物蛋白较低的人工配合饲料 | 15.78 | 4.15  | 6.84  | 虾粉、鱼粉、蛋粉、黄豆粉       |

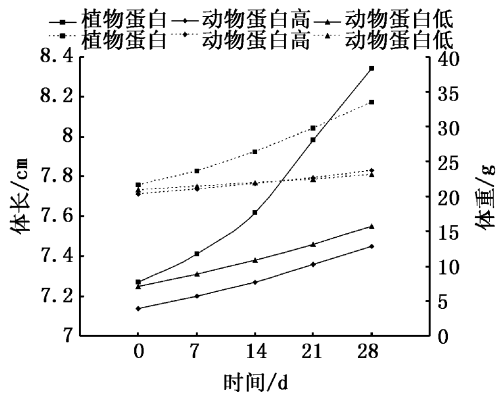


图2 试验第0天、第7天、第14天、第21天及第28天3个饵料组金钱鱼幼鱼平均体长、平均体重增长比较

Fig.2 Averages of body length and weight for *Scatophagus argus* juveniles on zero, seventh, fourteenth, twenty-first and twenty-eighth days

1. 实线代表3个饵料组平均体长增长线,虚线代表3个饵料组平均体重增长线;2. 试验开始第一次测量算0天,每7天测量一次,共测量5次,总计28 d。

## 2.3 投喂不同饵料后金钱鱼幼鱼存活情况

试验结果显示,通过投喂3种不同蛋白来源及含量的人工配合饲料,试验组的幼鱼存活率并

无明显差异,以植物蛋白人工配合饲料组最高,动物蛋白较高的人工配合饲料组次之,动物蛋白较低的人工饲料组最低(表3)。

## 3 讨论

### 3.1 低温致死

鱼类进化发展至今,在自然选择和适者生存的双重作用下,形成了能够在不同水温环境条件下生存的多种类型。可以说,水温是与鱼类生存关系最为密切的重要环境因子。通常暖水性海水鱼类对低温较敏感,不同鱼类的低温耐受能力差异较大<sup>[4]</sup>。在一定温度范围内,鱼类可以通过自身调节来适应环境温度的变化。若环境温度超过鱼体可调节适应的范围,会导致鱼体失调乃至死亡<sup>[5-9]</sup>。如2008年1-2月,我国南方地区遭遇持续低温,导致大量养殖鱼类冻死,金钱鱼却在这次低温侵袭下安然无恙。这种情况使我们深思,金钱鱼难道比大多数海水养殖鱼类耐低温,这一现象非常值得研究探索。由于国内尚未有对其低温耐受限度的相关研究报道<sup>[10]</sup>,本文正好填补这一空白。

表3 不同饵料对金钱鱼幼鱼生长的影响

Tab.3 The growth of *Scatophagus argus* juveniles fed with different artificial feeds

| 饵料组     | 试验开始(平均)                 |                          |                          |                           | 试验结束(平均)                  |                          |                          |                           | 存活率/% |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------|
|         | 全长/cm                    | 体长/cm                    | 体高/cm                    | 体重/g                      | 全长/cm                     | 体长/cm                    | 体高/cm                    | 体重/g                      |       |
| 植物蛋白组   | 8.43 ± 0.05 <sup>a</sup> | 7.27 ± 0.05 <sup>a</sup> | 4.41 ± 0.06 <sup>a</sup> | 21.59 ± 0.69 <sup>a</sup> | 10.03 ± 0.09 <sup>a</sup> | 8.34 ± 0.08 <sup>a</sup> | 5.03 ± 0.07 <sup>a</sup> | 33.44 ± 1.00 <sup>a</sup> | 100   |
| 动物蛋白较高组 | 8.33 ± 0.05 <sup>a</sup> | 7.14 ± 0.06 <sup>a</sup> | 4.35 ± 0.04 <sup>a</sup> | 20.34 ± 0.49 <sup>a</sup> | 8.90 ± 0.09 <sup>b</sup>  | 7.45 ± 0.08 <sup>b</sup> | 4.45 ± 0.06 <sup>b</sup> | 23.71 ± 0.84 <sup>b</sup> | 97    |
| 动物蛋白较低组 | 8.43 ± 0.08 <sup>a</sup> | 7.25 ± 0.08 <sup>a</sup> | 4.40 ± 0.07 <sup>a</sup> | 20.92 ± 0.81 <sup>a</sup> | 9.18 ± 0.08 <sup>b</sup>  | 7.55 ± 0.08 <sup>b</sup> | 4.49 ± 0.05 <sup>b</sup> | 23.09 ± 0.54 <sup>b</sup> | 93    |

注:表中同一列数据无相同字母标注者,表示相互间差异非常显著( $P < 0.01$ )。

本研究表明,金钱鱼低温半致死温度为12.2℃,低温致死温度为11.0℃,且在14℃即停止摄食。因此,建议在开展金钱鱼人工养殖过程中,为避免其大规模死亡的发生,水温低于14℃要增加防寒保暖措施。此外,借鉴罗非鱼的养殖经验<sup>[11-16]</sup>,在其养殖过程中,还可通过适宜的低温驯化,降低其最低致死温度,提高金钱鱼的抗寒能力<sup>[17-18]</sup>。

### 3.2 饵料营养

金钱鱼作为一种海水养殖新资源,对其食性嗜好和基本营养需求的研究也是必要的。研究海水鱼苗生长发育阶段的营养需求,对海水鱼类苗种培育过程中合理安排不同饵料、提高鱼苗质量和成活率具有重要积极的意义<sup>[19-20]</sup>。由试验结果得知金钱鱼嗜植食性人工配合饲料,这一海水养殖新资源符合当前低碳养殖的趋势和要求。

蛋白质是影响鱼类生长的重要营养成分之一,确定饲料中适宜蛋白质的含量在鱼类营养饲料学、饵料生物学等研究中意义重大,对其在生产实践中的运用具有指导意义<sup>[21-22]</sup>。在对其他鱼类饲料适宜蛋白含量研究中,花鲈(*Lateolabrax japonicus*)对饲料中蛋白质的适宜需求量在40%~45%,且花鲈幼鱼的蛋白质需求量略高于成鱼<sup>[23-24]</sup>;黄钧等在对斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)鱼种饲料中的适宜蛋白质含量研究中得出其适宜范围为35.87%~39.85%<sup>[25]</sup>;在对军曹鱼(*Rachycentron canadum*)稚鱼饲料蛋白含量的研究中,得到其最大生长速度的蛋白质含量为44.5%,与其他典型的肉食性鱼类如亚洲鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)、石斑鱼(*Epinephelus*)、真鲷(*Pagrosomus major*)等的适宜蛋白含量基本一致<sup>[26-27]</sup>;一般鳟鱼(*Oncorhynchus mykiss*)饲料中粗蛋白含量为,仔鱼48%~53%,稚鱼46%~49.2%,成鱼40%~46%<sup>[28-29]</sup>;黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)适宜的蛋白质需求量约为40%~44.5%<sup>[30]</sup>;南方鲇(*Silurus meridionum*)幼鱼的最适蛋白质含量为47%~51%,成鱼的最适蛋白质含量为30%~45%<sup>[31]</sup>;李远友等在对尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)对饲料蛋白需求的研究中发现,其蛋白质适宜需要量为28%~32%,且在相同的饲料蛋白水平下,尼罗罗非鱼在淡水和海水养殖中的生长存活差异不显著<sup>[32]</sup>。以上各种海水鱼、咸淡水鱼及淡水鱼类除罗非鱼

外,对蛋白含量的要求均比金钱鱼的高。由比较可知,金钱鱼幼鱼对饲料蛋白含量的要求比较低,且嗜植物性蛋白来源的饵料。曾用浒苔试投喂,金钱鱼亦能很好的吃食,并正常生长存活,由此可见浒苔等藻类亦可作为金钱鱼的日常饲料,这对环境保护、利用和治理具有积极意义。金钱鱼如果能与其它鱼虾混养,既可以降低养殖成本,又可加强对水生物的综合利用。且在实验室试养中发现金钱鱼成鱼与幼鱼食性偏好一致。

试验结果表明,植物蛋白人工配合饲料对金钱鱼幼鱼的生长具有良好作用,幼鱼存活率达100%,生长速度较快;动物蛋白较高的人工配合饲料比动物蛋白较低的人工配合饲料投喂效果稍好,但都不及投喂植物蛋白人工配合饲料的效果。植物性蛋白来源广,价格低,营养较全面,作为配合饲料中的主要成分,比起价格高又短缺的鱼粉等动物蛋白源,在养殖生产中更具有优势<sup>[33-34]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 兰国宝,阎冰,廖思明,等. 金钱鱼生物学研究及回顾[J]. 水产科学,2005,24(7):39-41.
- [2] 林勇,唐瞻杨,唐章生,等. 罗非鱼5个不同品系低温致死的研究[J]. 水产科技情报,2010,37(5):222-225.
- [3] 区又君. 低温冰冻灾害对我国南方渔业生产的影响、存在问题和对策[J]. 中国渔业经济,2008,26(4):89-93.
- [4] 龙华. 温度对鱼类生存的影响[J]. 渔业现代化,2005(2):20-22.
- [5] 曾敏玲,梁勤朗,杨淞. 孔雀鱼的温度耐受初探[J]. 海洋与渔业,2008(9):11-13.
- [6] 杨淞,韦其锋,严大明,等. 孔雀鱼、月光鱼耐温限度的初步研究[J]. 四川农业大学学报,2009,27(1):106-110.
- [7] 曹振东,谢小军. 温度对南方鲇饥饿仔鱼的半致死时间及其体质量和体长变化的影响[J]. 西南师范大学学报,2002,27(5):746-750.
- [8] 过世东. 澳洲鳎适宜养殖温度的研究[J]. 水产科学,2001,20(2):4-6.
- [9] 徐镇,江锦坡,陈寅儿. 不同品系大黄鱼致死低温的研究[J]. 宁波大学学报,2006,19(4):462-464.
- [10] 冯祖强,王祖熊. 鱼类对环境温度适应问题[J]. 水产学报,1984,8(1):79-83.
- [11] 马旦梅,程光平,喻海燕,等. 吉富罗非鱼对不同降温速率胁迫的死亡反应研究[J]. 广西畜牧兽医,2010,26(4):200-203.
- [12] 李晨虹,李思发. 不同品系尼罗罗非鱼致死低温的研究[J]. 水产科技情报,1996,23(5):195-198.
- [13] 林苑春,叶富良,谭斌,等. 温度对尼罗罗非鱼急性耐盐性的影响[J]. 广东海洋大学学报,2007,27(4):35-38.

- [14] 杨淞,杜诚,卢迈新,等.5种杂交 $F_1$ 代罗非鱼致死低温的初步研究[J].水产养殖,2006,27(2):11-14.
- [15] 吴福煌,刘寒文.尼罗罗非鱼抗寒性状若干指标初探[J].淡水渔业,1997,27(5):14-15.
- [16] 马旦梅,程光平,喻海燕.吉富罗非鱼对低温持续胁迫的死亡反应[J].广西农业科学,2010,41(7):726-728.
- [17] 马胜伟,沈益绿,沈新强.水温对不同鱼类的急性致死效应[J].海洋渔业,2005,27(4):298-303.
- [18] RAJAGURU S, RAMACHANDRAN S. Temperature tolerance of some estuarine fishes [J]. Journal of Thermal Biology, 2001,26:41-45.
- [19] SAVOIE A, LE FRANCOIS N R, CAHU C, et al. Do protein hydrolysates improve survival and growth of newly-hatched spotted wolfish (*Anarhichas minor*), a non-metamorphic aquaculture fish species [J]. Aquaculture, 2006,261:782-788.
- [20] 郑乐云.不同饵料对点带石斑鱼幼鱼生长、存活的影响[J].台湾海峡,2004,23(3):341-346.
- [21] 史会来,楼宝,毛国民,等.不同饵料对舟山牙鲆仔稚鱼生长发育及存活的影响[J].上海水产大学学报,2008,17(6):680-683.
- [22] FUJIMURA K, NORIHIRO O. Development of the embryo, larva and early juvenile of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) developmental staging system [J]. Aquaculture Research, 2007,49(4):301-324.
- [23] 张雅芝,刘卫.不同饵料对花鲈稚鱼生长发育及存活的影响[J].集美大学学报,2003,8(2):123-129.
- [24] 苏传福.花鲈的营养需求研究进展[J].水产养殖,2005(8):21-23.
- [25] 黄钧,程光平,夏中生,等.斑点叉尾鲷鱼种饲料中蛋白质适宜含量的研究[J].广西畜牧兽医,2009,25(2):111-114.
- [26] CHOU R L, SU M S, CHEN H Y. 军曹鱼稚鱼饲料蛋白质和脂肪的最适含量[J].福建水产,2002,12(4):80-84.
- [27] 王广军,吴锐全,谢骏.军曹鱼营养需求研究进展[J].饲料工业,2003,24(5):39-40.
- [28] 张亚娟,孙翠慈,王维娜,等.鲢鳙鱼对饲料中蛋白质和氨基酸的需求[J].饲料工业,2003,24(1):47-49.
- [29] 江仁党.不同开口饵料对虹鳟生长和存活率的影响[J].南方水产,2007,3(3):53-56.
- [30] 周秋白,吴华东,吴凤翔,等.黄颡鱼蛋白需求量的研究[J].江西农业大学学报,2003,25(5):763-765.
- [31] 张文兵,谢小军,付世建,等.南方鲇的营养学研究:饲料的最适蛋白质含量[J].水生生物学报,2000,24(6):603-609.
- [32] 李远友,孙泽伟,杨云霞,等.尼罗罗非鱼在淡水和海水中的生长及对蛋白质需求的比较[J].水产科学,2004,23(10):1-4.
- [33] 强俊,王辉,李瑞伟,等.不同饵料对奥尼罗非鱼仔稚鱼生长发育及消化酶活力的影响[J].水产科学,2009,28(11):618-623.
- [34] 林小植,谢小军,罗毅平.中华倒刺鲃幼鱼饲料蛋白质需求量的研究[J].水生生物学报,2009,33(4):674-681.

## Studies on low temperature resistance and nutritional needs of *Scatophagus argus* juveniles

SONG Yu, SU Mao-liang, LIU Nan-xi, ZHANG Jun-bin

(College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** In the process of cultivating marine fish, temperature tolerance and nutritional requirement are the main factors for consideration. In the current study, we performed the experiment of low temperature resistance in *Scatophagus argus* juveniles and proved that  $LT_{50}$  is about 12.2 °C and the lethal low temperature is 11.0 °C for this species. In addition, experiments about nutritional needs of *Scatophagus argus* juveniles were also carried out in this study. Through feeding *Scatophagus argus* juveniles with three different kinds of feed, the results showed that the group fed with plant protein grew significantly faster than the other two groups fed with animal protein ( $P < 0.01$ ). We also observed that *Scatophagus argus* preferred the synthetic feed made from plant protein. It proved that *Scatophagus argus* required less animal protein compared with other economic fishes, which suits the aquacultural trend of low carbon economy. Our studies can benefit the regulation and controlling of water temperature and nutritional requirement in the mariculture of *Scatophagus argus*.

**Key words:** *Scatophagus argus*; lethal temperature; nutritional requirement