

文章编号: 1674 - 5566(2011)03 - 0368 - 06

高温胁迫对不同规格褐牙鲈生长性能的影响

程丽娜¹, 徐冬冬², 李三磊¹, 耿智¹, 楼宝², 毛国民², 詹炜²

(1. 浙江海洋学院 海洋科学学院, 浙江 舟山 316004; 2. 浙江省海洋水产研究所 浙江省海水增殖重点实验室, 浙江 舟山 316100)

摘要: 以 25 °C 为对照组, 设置 28 °C、30 °C、32 °C 为高温胁迫组, 采用实验生态学方法研究高温胁迫对 2 种规格(实验 I 和实验 II)的褐牙鲈幼鱼生长的影响。结果显示: (1) 水温 25 ~ 30 °C 时, 褐牙鲈几乎不死亡; 水温达到 32 °C 时, 褐牙鲈的成活率显著下降, 2 种规格鱼在 32 °C 下的成活率无显著差别 ($P < 0.05$); (2) 两种规格鱼的生长性能受水温影响显著, 各温度处理组的特定增长率、摄食率和饵料转化率和水温的平方呈显著的负相关 (One-way ANOVA, $P < 0.01$); (3) 相同温度条件下, 实验 I 的特定增长率和摄食率显著高于实验 II ($P < 0.05$), 饵料转化率则实验 I 显著低于实验 II ($P < 0.05$), 表明规格大小对褐牙鲈的生长性能具有显著影响。本研究结果表明, 32 °C 可能是褐牙鲈长期生存的上限温度, 高温胁迫和规格大小显著影响褐牙鲈的生长性能。

研究亮点: 采用不同的温度梯度对 2 种规格褐牙鲈进行高温胁迫, 系统比较不同温度下 2 种规格鱼的存活率、增长率及摄食率和食物转化率的差异, 确定褐牙鲈长期生存的临界上限温度, 以期为其健康养殖提供参考资料。
关键词: 褐牙鲈; 高温胁迫; 存活率; 增长率; 饵料转化率
中图分类号: S 965.3
文献标志码: A

温度、摄食率和鱼体规格是影响鱼类生长的 3 个重要因素^[1-2]。温度直接影响到鱼类的生长、发育、繁殖、摄食、代谢、存活以及分布等生命过程。一般而言, 鱼类在长期的进化过程中, 都有其适宜温度范围, 在这一温度范围内, 鱼类的生长达到最佳状态; 超过最适温度范围, 生长会受到影响, 甚至引发死亡^[3]。许多研究都表明鱼类的生长与温度具有显著的相关性^[4-6]。但另一方面, 鱼类适宜的生长温度随生长阶段的不同而变化。许多研究表明幼鱼期的最适生长温度比成鱼期高, 即使在相同的发育早期, 不同日龄的适宜温度可能不同, 如大菱鲈 (*Scophthalmus maximus*)^[2, 7]、大西洋鳕鱼 (*Gadus morhua*)^[8] 等。

褐牙鲈 (*Paralichthys olivaceus*) 是重要的海水养殖鱼类, 在我国其养殖规模不断扩大, 而且养殖区域也由北方扩张到南方的浙江、福建、广西

等省。但是, 南方省份的沿海水温较北方高, 尤其在夏季, 水温可达 31 °C 以上, 远高于褐牙鲈适宜生长的温度范围^[9-11]。因此, 研究高温对不同规格褐牙鲈生长性能的影响, 不仅对褐牙鲈的健康养殖具有一定的参考价值, 也对探索南北接力养殖新模式具有重要的参考意义。虽然温度对褐牙鲈生长发育影响的研究已有很多报道^[12-16], 但这些研究主要关注褐牙鲈的胚胎发育或仔稚鱼生长发育的最适温度, 且研究对象多为黄渤海或日本海域的褐牙鲈种群, 关于高温胁迫对我国东海海域褐牙鲈种群生长性能的影响尚未见报道。本研究以 25 °C 为对照, 采用不同的温度梯度对褐牙鲈进行高温胁迫, 探讨高温胁迫对不同规格褐牙鲈存活、生长及摄食的影响, 以期为其健康养殖提供参考资料。

收稿日期: 2010-09-25 修回日期: 2011-03-10

基金项目: 浙江省科技计划项目(2008C12011、2009C12078 和 2010F20006)

作者简介: 程丽娜(1984—), 女, 硕士研究生, 研究方向为鱼类遗传育种。E-mail: cln_1025@126.com

通讯作者: 楼宝, E-mail: loubao6577@163.com

1 材料与方法

1.1 实验条件

实验在浙江省海洋水产研究所试验场(舟山,西闪岛)进行,海水盐度为 28~30 的砂滤自然海水,pH 为 7.8~8.2。实验鱼置于 $1.5\text{ m}^2 \times 0.8\text{ m}$ 圆形缸中,实验过程中持续充气,使溶解氧保持在 5.0 mg/L 以上。

1.2 实验材料

采集舟山海域的野生褐牙鲈经人工驯化后作为亲鱼,进行苗种培育。实验鱼为随机抽取的同一批培育的苗种。实验开始前幼鱼暂养 14 d (水温, $21.5\sim 23.5\text{ }^\circ\text{C}$)。

1.3 实验设计

分为实验 I 和实验 II,实验 I 的实验鱼为 70 日龄,初始全长和体重分别为 $(8.03 \pm 0.52)\text{ cm}$ 和 $(3.61 \pm 0.72)\text{ g}$,实验 II 为 140 日龄的鱼,初始全长和体重分别为 $(16.35 \pm 1.34)\text{ cm}$ 和 $(46.21 \pm 10.77)\text{ g}$,每个实验以 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 组为对照组,设 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 组、 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 组、 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组 4 个高温梯度胁迫组,每个梯度设 3 个平行组,每个平行组为 40 尾鱼,各平行组间实验鱼的初始全长和体重没有显著性差异。采用电热棒(1 000 W)对各水体进行加热,WZMK201 型自动控温仪进行控温,控温精度为 $\pm 0.2\text{ }^\circ\text{C}$ 。实验开始前对各温度处理组以 $1\text{ }^\circ\text{C/d}$ 的速率逐步升温,待各处理组的温度升至预设温度时,开始进行实验。实验周期为 18 d,第 19 d 的水温恢复到 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 。实验用水采用预热处理,上、下午各换水 1 次。

1.4 投饵

使用人工配合颗粒饵料进行投喂实验鱼(林兼产业株式会社,鱼宝牌),上午(9:30)、下午(15:30)各 1 次,每次投饵结束 40 min 后开始收集残饵;由于残饵被海水浸泡后有较大幅度的增重,故残饵量是其残饵湿重经饵料含水量校正后的结果,根据投饵量和校正后的残饵量计算每天的摄食量。

1.5 生长性状测量

测量褐牙鲈实验终末的全长和体重。

1.6 数据处理

体重增长率(W_G)、全长增长率(L_G)、特定生长率(R_{SG})、摄食率(R_F)和食物转化率(E_{FC})计算参照以下公式^[1-2]: $W_G = (W_t - W_0)/W_0$, $L_G = (L_t$

$- L_0)/L_0$, $R_{SG} = (\ln W_t - \ln W_0) \times 100/t$; $R_F = I_d/(t \times (W_t + W_0)/2)$;食物转化率(E_{FC} ,%) = $100 \times (W_t - W_0)/I_d$;其中, W_0 和 L_0 分别为初始体重(g)和全长(cm), W_t 和 L_t 分别为终末体重(g), t 为实验天数(d), I_d 为摄食量(g)。

用 SPSS 11.5 软件进行数据处理,采用 One-way ANOVA 进行数据分析,不同处理组间采用 Turkey 方法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同温度梯度下褐牙鲈的成活率

至实验结束,实验 I 的 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 组和 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 组下实验鱼的成活率达到 100%, $30\text{ }^\circ\text{C}$ 组成活率为 $98.17\% \pm 1.59\%$, $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组的成活率为 $17.50\% \pm 6.61\%$ 。实验 II 的 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 3 个实验组的成活率均为 100%, $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组的成活率为 $20.83\% \pm 6.29\%$ 。实验 I 和实验 II 的 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组在实验开始后的第 2 天出现死亡,随高温胁迫时间延长,死亡数量不断上升(图 1),实验结束时,实验 I 和实验 II 的 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组的成活率没有显著区别($P > 0.05$)。

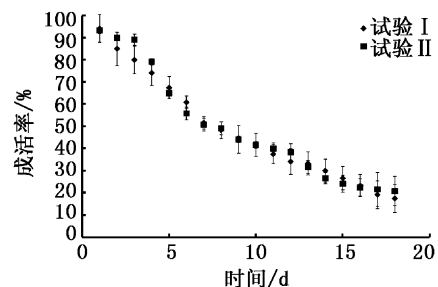


图 1 褐牙鲈实验期间 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 的成活率

Fig. 1 The survival of olive flounder rearing at $32\text{ }^\circ\text{C}$ during the experimental period.

2.2 不同温度梯度下褐牙鲈生长性能

至实验结束,实验 I 的 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 3 个实验组相比于初始,体重显著增加($P < 0.05$),而 $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组显著下降($P < 0.05$)。各温度处理组的特定生长率具有显著差异, $25\text{ }^\circ\text{C}$ 组显著高于其他温度处理组,其次为 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 组和 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 组, $32\text{ }^\circ\text{C}$ 组的特定生长率最小。实验 II 的各温度处理组的特定生长率的变化趋势与实验 I 一致。

以水温为 X 轴,以特定生长率为 Y 轴进行回归分析,结果显示实验 I 和实验 II 的特定生长率与水温的平方呈显著的负相关性。实验 I 的特定

生长率和水温的关系可以表示为: $R_{SC} = -0.27t^2 + 14.25t - 178.22$ ($n = 12$, $R^2 = 0.95$, $P < 0.01$), 实验 II 的特定生长率与水温的关系可以表示为: $R_{SC} = -0.064t^2 + 3.15t -$

35.45; 即 25 ~ 32 °C 时, 实验 I 和实验 II 的特定生长率随温度升高而下降(图 2)。比较 2 种规格褐牙鲆的特定生长率, 在同一温度处理下实验 I 的特定生长率显著高于实验 II ($P < 0.05$) (图 2)。

表 1 不同温度组褐牙鲆生长指标和摄食水平比较(实验 I)

Tab. 1 Comparisons of growth and feeding in olive flounder at different treatments (experiment I)

	25 °C	28 °C	30 °C	32 °C
终末平均全长/cm	11.99 ± 0.24 ^a	11.08 ± 0.04 ^b	10.31 ± 0.04 ^c	7.42 ± 0.24 ^d
终末平均体重/g	17.95 ± 0.94 ^a	13.00 ± 0.55 ^b	10.53 ± 0.11 ^c	2.98 ± 0.31 ^d
体重增长率/%	3.86 ± 0.26 ^a	2.60 ± 0.15 ^b	1.92 ± 0.03 ^c	-0.17 ± 0.09 ^d
全长增长率/%	0.55 ± 0.03 ^a	0.43 ± 0.01 ^b	0.33 ± 0.01 ^c	-0.04 ± 0.03 ^d
特定生长率/(%/d)	8.32 ± 0.28 ^a	6.74 ± 0.22 ^b	5.63 ± 0.05 ^c	-1.03 ± 0.55 ^d
摄食率/(%/d)	4.67 ± 0.23 ^a	4.86 ± 0.06 ^a	4.57 ± 0.20 ^a	2.12 ± 0.17 ^b
饵料转化率/%	70.63 ± 2.76 ^a	58.14 ± 0.90 ^b	53.56 ± 2.10 ^b	

注: 同一行中不同字母表示组间具有差异显著($P < 0.05$), 表 2 同。

表 2 不同温度处理的褐牙鲆的生长性能和摄食水平比较(实验 II)

Tab. 2 Comparisons of growth and feeding in olive flounder at different treatments (experiment II)

	25 °C	28 °C	30 °C	32 °C
终末平均体重/g	83.17 ± 18.33 ^a	72.94 ± 20.07 ^b	61.24 ± 12.22 ^c	46.29 ± 12.83 ^d
终末平均全长/cm	19.26 ± 1.39 ^a	18.58 ± 1.51 ^b	17.73 ± 1.40 ^c	16.27 ± 1.66 ^d
体重增长率/%	82.22 ± 7.26 ^a	47.34 ± 2.27 ^b	39.04 ± 5.25 ^c	-7.00 ± 1.77 ^d
全长增长率/%	15.80 ± 0.46 ^a	9.78 ± 0.24 ^b	6.92 ± 0.71 ^c	-4.73 ± 0.45 ^d
特定生长率/(%/d)	3.15 ± 0.09 ^a	2.16 ± 0.04 ^b	1.56 ± 0.06 ^c	-0.47 ± 0.01 ^c
摄食率/(%/d)	2.18 ± 0.12 ^a	1.73 ± 0.08 ^b	1.57 ± 0.03 ^b	0.47 ± 0.05 ^c
饵料转化率/%	158.85 ± 12.59 ^a	122.95 ± 1.29 ^b	115.04 ± 11.72 ^b	

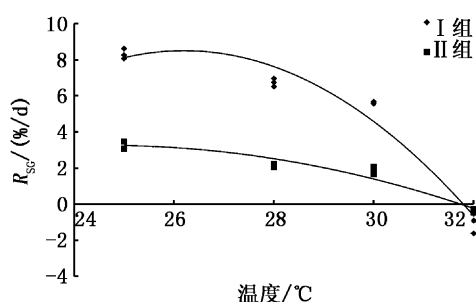


图 2 褐牙鲆特定生长率与水温的关系

Fig. 2 Relationship between the specific growth rate and water temperatures in olive flounder

2.3 不同温度梯度下褐牙鲆的摄食率和饵料转化率

实验 I 和实验 II 的各温度处理组的摄食率和饵料转化率呈显著的相关性。实验 I 的摄食率和饵料转化率与水温的关系分别为: $R_F = -0.13t^2 +$

$7.10t - 91.34$ ($n = 12$, $R^2 = 0.94$, $P < 0.05$); $E_{FC} = 2.95t^2 - 173.36t + 2656.4$ ($n = 9$, $R^2 = 0.81$, $P < 0.05$), 即 25 ~ 32 °C 时, 实验 I 的摄食率随温度先升高后降低, 其食物转化率则随温度升高而下降。实验 II 的摄食率和食物转化率与水温的关系分别为: $R_F = -0.041t^2 + 2.10t - 25.05$ ($n = 12$, $R^2 = 0.95$, $P < 0.01$); $E_{FC} = 0.37t^2 - 24.03t + 437.15$ ($n = 9$, $R^2 = 0.95$, $P < 0.01$), 即 25 ~ 32 °C 时, 实验 II 的摄食率随温度升高而降低(如图 3)。比较两种不同规格褐牙鲆的摄食率及饵料转化率, 同一温度处理下, 实验 I 的摄食率显著高于实验 II (One-Way ANOVA, $P < 0.05$), 而饵料转化率则实验 I 的处理组显著低于实验 II (One-Way ANOVA, $P < 0.05$) (图 3)。

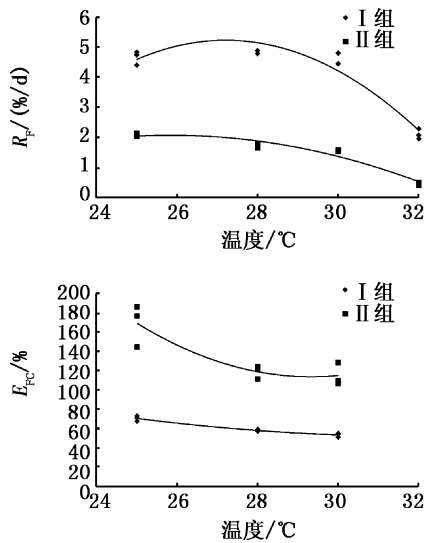


图3 褐牙鲈的摄食率和饵料转化率与水温的关系

Fig. 3 Relationship between feeding rate, food conversion efficiency and water temperatures in olive flounder

3 讨论

研究表明,许多鱼种的生长率与温度具有显著的相关性,可以用公式 $R_{sc} = aT^2 + bT + c$ 表示,如海鲈^[4]、大菱鲈^[7]、大西洋鲑^[8]等,本研究表明褐牙鲈的生长率与温度具有显著的相关性,也符合这一公式。褐牙鲈适宜生长的温度范围为20~25℃^[15-16],当温度超过这一温度范围,其生长就会受到抑制。在温度25~32℃范围内,2种规格的褐牙鲈的特定生长率均随温度的升高而下降。这一结果与FONDS等^[14]和IWATA等^[15]的报道基本一致,他们通过研究发现褐牙鲈在20~30℃范围内的特定生长率、摄食率和食物转化率随温度升高先增大后降低。温度升高一方面使鱼体的能量代谢加快,导致消耗的能量增加,另一方面可以促进能量转换,使鱼体将从外界摄入的能量转换为自身能量^[17]。当温度达到32℃时,褐牙鲈的体重出现负增长。

本研究中,褐牙鲈在30℃下几乎不死亡,当温度达到32℃时,其存活率急剧下降,但仍有部分褐牙鲈个体能够存活。这表明32℃可能是褐牙鲈长期存活的上限温度,这一结果与FONDS等^[14]的推测一致,他们也认为32℃是褐牙鲈生存的极限温度。SAKAMOTO等^[18]利用体细胞培养的方法研究褐牙鲈的热忍耐性,也发现32℃是

其热忍耐的极限温度。在极限温度下,鱼体的死亡与水温 and 置于此水温下的时间有关。高温导致鱼体的代谢紊乱,可能是引发鱼体死亡的原因^[19],关于温度引起鱼体死亡的机理还需要进一步探讨。鲽形目的多种鱼的生存上限温度已有报道,如大菱鲈为28℃^[20],漠斑牙鲈为38℃(*Paralichthys lethostigma*)^[21],加州牙鲈(*Paralichthys californicus*)为31℃^[22],这些报道对于经济鱼类的养殖具有一定的参考价值。

除温度等因素外,鱼体的生长及耐热能力还受不同生长发育阶段的影响,即不同的生长阶段其生长率和耐热能力具有显著的区别^[7-8]。本研究中,相同温度处理条件下实验I的特定生长率是实验II的2~4倍,摄食率和饵料转化率也显著不同,这表明规格大小影响褐牙鲈的生长性能。当温度达到32℃时,两种规格的褐牙鲈均出现大量死亡,其成活率没有显著差异,这表明70日龄和140日龄的褐牙鲈耐高温能力并没有显著区别。严福生^[23]采用慢性升温方法比较1月龄和11月龄褐牙鲈耐热能力,结果表明二者存在显著差异。BRETT^[24]研究认为鱼类的高温耐受能力与其年龄有关。本研究所用的2种规格的鱼均为生长早期的幼鱼,这可能导致其耐热能力并无显著差别,对于不同规格的鱼尤其是幼鱼和成鱼的热耐受能力差异还需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] ARNASON T, BJORNSSON B, STEINARSSON A, et al. Effects of temperature and body weight on growth rate and feed conversion ratio in turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. *Aquaculture*, 2009, 295(3/4): 218-225.
- [2] JONASSEN T, IMSLAND M A K, STEFANSSON S O. The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile halibut [J]. *Journal of Fish Biology*, 1999, 54(3): 556-572.
- [3] WEERD J H, KOMEN J. The effects of chronic stress on growth in fish: a critical appraisal [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 1998, 120(1): 107-112.
- [4] RUSSELL N R, FISH J D, WOOLTON R J. Feeding and growth of juvenile seabass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency [J]. *Journal of Fish Biology*, 1996, 49(2): 206-220.
- [5] HANDELAND S O, IMSLAND A K, STEFANSSON S O. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation

- rate of Atlantic salmon post-smolts[J]. *Aquaculture*, 2008, 283(1/4): 36-42.
- [6] JOBLING M. Influence of body weight and temperature on growth rates of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) [J]. *Journal of Fish Biology*, 1983, 22(4): 471-475.
- [7] van HAM E H, BERNTSSEN M H G, IMSLAND A K, et al. The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. *Aquaculture*, 2003, 217(1/4): 547-558.
- [8] KLING L J, MUSCATO H J, JORDAAN A. Growth, survival and feed efficiency for post-metamorphosed Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared at different temperatures [J]. *Aquaculture*, 2007, 262(2/4): 281-288.
- [9] 林越纠, 吴石绅, 何伟滢, 等. 台湾海峡牙鲆养殖技术研究[J]. *海洋科学*, 2005, 30(9): 48-51.
- [10] 楼宝, 毛国民, 史会来, 等. 舟山野生牙鲆 *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Sehlegel) 的人工驯养试验[J]. *现代渔业信息*, 2008, 23(6): 15-17.
- [11] 楼宝, 龚小玲, 毛国民, 等. 青岛和舟山褐牙鲆群体形态差异分析[J]. *上海海洋大学学报*, 2009, 18(1): 14-20.
- [12] 原田辉雄. ヒラメの人工ふ化仔魚の飼育とその成長について [J]. *近大水研報告*, 1961, 1: 1-14.
- [13] SEIKAI T, TANANGONAN J B, TANAKA M. Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the laboratory [J]. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1986, 52(6): 977-982.
- [14] FONDS M, TANAKA M, van der VEER H W. Feeding and growth of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in relation to temperature and food supply [J]. *Netherlands Journal of Sea Research*, 1995, 34(1-3): 111-118.
- [15] IWATA N, KIKUCHI K, HONDA H, et al. Effects of temperature on the growth of Japanese flounder [J]. *Fisheries Science*, 1994, 60(5): 527-531.
- [16] KIKUCHI K, TAKEDA S. Present status of research and production of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in Japan [J]. *Journal of Applied Aquaculture*, 2001, 11(1/2): 165-175.
- [17] BEVELHIMER M, BENNETT W. Assessing cumulative thermal stress in fish during chronic intermittent exposure to high temperatures [J]. *Environmental Science and Policy*, 2000, 3(s): 211-216.
- [18] SAKAMOTO K, NAKAJIMA M, TANIGUCHI N. Thermal tolerance traits of juveniles of the ayu *Plecoglossus altivelis* and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* evaluated by their caudal fin cells [J]. *Aquaculture*, 2005, 246(1/4): 93-99.
- [19] SELONG J H, MCMAHON T E. Effect of temperature on growth and survival of bull trout, with application of an improved method for determining thermal tolerance in fishes [J]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2001, 130(6): 1026-1037.
- [20] 高淳仁, 王印庚, 马爱军, 等. 温度对大菱鲆幼鱼生长、成活率和体内蛋白酶活性的影响 [J]. *海洋水产研究*, 2006, 27(6): 33-36.
- [21] MENDEZ J L E, RODRÍGUEZ M H, RAMIREZ L F B. Thermal tolerance and compatibility zones as a tool to establish the optimum culture condition of the halibut *Paralichthys californicus* (Ayers, 1859) [J]. *Aquaculture Research*, 2010, 41(7): 1015-1021.
- [22] TORO-SILVA D, MILLER J M, TAYLOR J C. Influence of oxygen and temperature on growth and metabolic performance of *Paralichthys lethostigma* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2008, 358(2): 113-123.
- [23] 严福生. 牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 生长相关性状遗传力估计和耐热性状初步研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [24] BRETT J R. Temperature tolerance in young Pacific salmon, genus *Oncorhynchus* [J]. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1952, 9(6): 265-323.

Effects of high temperature stress and body size on growth performance of olive flounder *Paralichthys olivaceus*

CHENG Li-na¹, XU Dong-dong², LI San-lei¹, GENG Zhi¹, LOU Bao², MAO Guo-min², ZHAN Wei²

(1. School of Marine Science, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, Zhejiang, China; 2. Marine Fishery Research Institute of Zhejiang Province, Key Lab of Mariculture & Enhancement of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, Zhejiang, China)

Abstract: The effects of high temperature stress and two different body sizes on growth performance of olive flounder was studied in laboratory conditions. The temperature of 25 °C was performed as control, and the temperature of 28 °C, 30 °C and 32 °C were as high temperature stress groups. The experiments included experiment I and experiment II. The results were as follows: (1) the survival rates of olive flounder were nearly 100% when the temperature was between 25 to 30 °C, while the survival rates of olive flounder decreased significantly at the temperature of 32 °C. The survival rates of two different body sizes of flounder have no significant differences at the temperature of 32 °C ($P < 0.05$). (2) Water temperature significantly affected the growth of two different sizes of fish, and a quadratic regression was fit to describe the relationship between the SGR, FR, FCE and the water temperature (One-way ANOVA, $P < 0.01$). (3) Compared with growth performance of different sized fish at the same temperature, the SGR and FR of experiment I were remarkably higher than those of experiment II ($P < 0.05$), while the FCE of experiment I was significantly lower than that of experiment II ($P < 0.05$), which indicated that body size have a significant effect on growth performance of olive flounder. The result of present study indicated that the temperature of 32 °C may be the upper limit of olive flounder, and the high temperature stress and body size have a significant effect on the growth performance of olive flounder.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; high temperature stress; survival rate; growth rate; feed conversion rate