

不同盐度养殖 龄花鲈(*Lateolabrax japonicus*)的生长特性差异分析*

杜 涛¹ 黄 洋¹ 覃雪迎² 张光龙² 孙成波¹
宋长江² 黄海立¹

(1. 广东海洋大学东海岛海洋生物研究基地 湛江 524025;

2. 广东海洋大学水产学院 湛江 524025)

摘要 利用室外水泥池,采用全人工配合饵料投喂的方法对花鲈(*Lateolabrax japonicus*)进行为期 274d 的养殖实验,分别测定其在不同养殖盐度条件下的生长状况、成活率、特定生长率和饲料系数。结果表明,在盐度 12—18 时花鲈生长速度、成活率和特定生长率较高。通过回归分析得出,其生长速度的最适盐度为 16—17;盐度 12 和 18 组饲料系数较低,分别为 1.57 和 1.62,盐度 30 组最高;各组间在成活率方面差异不显著。因此,龄花鲈养殖的最适宜生长盐度理论值为 16—17,在此条件下可实现较高的生长速度、特定生长率和饲料转换率。

关键词 花鲈;生长;成活率;特定生长率;饲料系数

中图分类号 S968.3

花鲈 [*Lateolabrax japonicus* (Cuvieret Valenciennes)]又名海鲈、七星鲈、鲈鱼、白花鲈、青鲈,在分类学上属鱼纲(Pisces)、鲈形目(Perciforms)、鲈科(Serranidae)、花鲈属(*Lateolabrax*)。体型较长,稍侧扁,略呈纺锤形、尖吻、口大、上下颌有绒毛状牙群、体披栉鳞、体色银白、背后呈青灰色。花鲈属于高等真骨鱼类,是东北亚特有种类,主要分布于我国沿海及日本、朝鲜(孟庆闻等,1995)。虽为肉食性鱼类,但很容易驯化,可聚集摄食人工配合颗粒饲料,属广温、广盐性浅海近岸中下层鱼类。国内花鲈的养殖始于 20 世纪 70 年代,在 80 年代后期花鲈的淡水池塘养殖全面铺开,风靡我国沿海各个省市,北起辽宁,南至海南岛,花鲈养殖规模、产量迅速增长。由于花鲈肉质坚实,味道鲜美,深受消费者青睐。

目前,对花鲈养殖技术和饲料等方面研究报道较多。叶振江等(2007)报道了两种花鲈耳石形态的差异,王远红等(2003)报道了日本花鲈和中国花鲈营养

成分差异;许建和等(2010)研究了海水和淡水养殖花鲈肌肉脂肪酸的组成和含量;刘明月(2010)¹⁾对辽宁大连、河北黄骅、山东青岛、江苏盐城、浙江宁波、广西北海的野生花鲈的形态进行了分析;张邦杰等(1998)探讨了池养尖吻鲈和花鲈的生长特性;周立斌等(2008)研究了饲料中添加维生素 C 对花鲈幼鱼的影响;姜志强等(2002)、勾毅越(1998)则分别对牙鲆幼鱼、草鱼在不同盐度条件下的生长进行了研究。而关于不同盐度养殖花鲈生长特性的对比研究,目前还未见报道。本研究拟分析投喂相同人工配合饲料,在不同盐度条件下养殖 龄花鲈生长特性的差异,以为花鲈的进一步科学养殖提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

从广东省珠海市斗门区白蕉镇购买 2000 尾活动力好、体表无明显伤痕、人工繁育的花鲈种苗,运输

* 国家科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJE10034);科技部星火计划重点项目(2010GA80008);海南省重点科技计划项目(090706)。杜 涛,高级工程师,E-mail: zjhddutao@163.com

1) 刘明月,2010. 不同海域中国花鲈遗传多样性的研究及营养成分分析. 南京: 南京师范大学硕士学位论文,17—25

收稿日期: 2012-04-10, 收修改稿日期: 2012-05-31

到广东海洋大学东海岛海洋生物研究基地进行暂养, 10d 后挑选规格相对统一[体重(27.04±7.8)g, 体长(13.46±0.93)cm]、体质健壮的花鲈种苗进行养殖实验。

1.2 实验方法

1.2.1 实验花鲈的饲养

实验设定 6 个盐度梯度组, 分别为 0、6、12、18、24、30, 每组设三个平行组, 每个实验池(4m×5m×1.2m)放养 100 尾; 实验用海水为沙滤自然海水(盐度 24—32), 淡水为经曝气的地下井水(盐度 0), 盐度梯度经井水调节, 自然海水盐度达不到要求时需添加海水精调节, 盐度偏差小于 0.5; 养殖过程中使用珠海市世海饲料有限公司生产的鲈鱼配合饲料进行投喂, 投喂量为鱼体质量的 3%—5%, 养殖过程随着水温、水质、鱼的健康等状况可以适当调整; 每天观察鱼的活动、吃食状况, 根据水质状况进行清底、换水, 并做好记录。饲养时间从 2011 年 6 月 21 日—2012 年 3 月 11 日, 体质量生长至 250—350g, 共 274d。

1.2.2 体长与体质量的测定

养殖期间, 间隔一段时间, 每个池随机抽样 30 尾进行测量, 每尾标本均进行体长、体质量等常规生物学性状测量, 测量工具为数显游标卡尺和电子天平, 体长数据精确到 0.01mm, 体质量数据精确到 0.01g。

1.3 计算方法和数据处理

用 Excel 2003 和 SPSS13.0 软件进行数据统计分析, 首先对数据进行齐次性检验, 然后用单因素方差分析(One-way ANOVA)来比较各组个体之间平均值是否有差异, 描述性统计值用平均值±标准差表示, 显著性水平设为 0.05。根据高良治江等(1990), 有

$$\text{平均增重量(AWG)} = W_t - W_0$$

$$\text{平均增长量(TAI)} = L_t - L_0$$

$$\text{特定生长率(SGR)} = 100\% \times (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

$$\text{饲料系数(FCR)} = R / (W_t - W_0)$$

$$\text{成活率(SR)} = \text{存活鱼尾数} / \text{初始鱼尾数} \times 100\%$$

$$\text{Fulton 肥满度(K)} = (W / L^3) \times 100\%$$

式中, W_0 : 实验开始时鱼体质量(g); W_t : 实验结束时鱼体质量(g); L_0 : 实验开始时鱼体长(cm); L_t : 实验结束时鱼体长(cm); t : 养殖天数; R : 摄食量(g); W : 体重(g); L : 体长(cm)。

体长、体质量关系表达式用幂函数方程: $W = aL^b$, 其中 a 、 b 值通过 Excel 2003 软件根据实测体质量、体长回归求得。

2 结果

根据实测资料, 在不同盐度下花鲈经过 274d 的养殖, 其平均增重量, 平均增长量、特定生长率、饲料系数、存活率、肥满度统计分析结果见表 1。

从平均增重量和平均增长量方面来讲, 盐度 18 组的花鲈为最大的平均增重量和平均增长量, 分别为 311.06g、18.89cm, 与盐度 12 组的差异不显著, 而盐度 12 组与盐度 0、24 组的无显著差异, 但显著大于盐度 6、30 组, 盐度 30 组平均增重和平均增长量最小, 与盐度 6、24 组无显著差异; 特定生长率盐度 18 组最大(为 0.98), 盐度 0、12、24、30 组组间无显著差异($P > 0.05$), 盐度 6 和盐度 18 组组间有显著差异($P < 0.05$), 盐度 6 组特定生长率最小(0.83), 明显小于其它组; 成活率在盐度 6 组最低, 只有 80.83%, 且与其它组存在显著差异($P < 0.05$), 盐度 0、12、18、24、30 组组间不存在显著差异($P > 0.05$), 在盐度 18 组最高, 为 89.17%; 饲料系数以盐度 12 组为最低(1.57), 盐度 30 组最高(1.91), 经统计分析, 盐度对饲料系数影响有显著差异($P < 0.05$), 盐度 30 组与其余各组之间存在显著的差异($P < 0.05$), 而其它组组内无显著差异($P > 0.05$); 盐度 6 组的花鲈肥满度最大, 为 1.22, 其余各组排列顺序依次为盐度 30、0、12、18、24, 各个不同盐度组组间肥满度无显著差异($P > 0.05$)。

各个不同盐度组的体长与体质量相关方程分别为:

$$W = 0.0172L^{2.8601}, R^2 = 0.9953;$$

$$W = 0.0148L^{2.9147}, R^2 = 0.9964;$$

$$W = 0.0157L^{2.8880}, R^2 = 0.9960;$$

$$W = 0.0157L^{2.8876}, R^2 = 0.9962;$$

$$W = 0.0192L^{2.8249}, R^2 = 0.9956;$$

$$W = 0.0117L^{3.0068}, R^2 = 0.9916,$$

幂函数指数 b 值相差不大, 均接近 3, 符合等比生长规律, 表明花鲈在不同盐度的环境中均属等速生长型, 基本保持体长、体重均匀生长但盐度对花鲈的体长、体质量生长产生了不同程度的影响。见表 1。

2.1 盐度与花鲈体长、体质量生长的关系

在 0—30 范围内, 盐度的变化对花鲈的体长、体质量生长影响显著。以生长时间(d)为自变量(x), 花鲈的体长(cm)、体质量(g)为因变量(y), 建立回归方程, 并分析其显著性。统计分析结果见表 2。

生长时间(d)与花鲈体长(cm)、体质量(g)回归后为线性方程, 决定系数均接近 1, 表明因变量体长、体质量与自变量生长时间之间存在较为显著的线性相关关系。方差分析显著性概率 P 值均为 0.000, 说

表 1 盐度对花鲈生长的影响
Tab.1 The influence of salinity on the growth of *L. japonicus*

盐度	0	6	12	18	24	30
平均增重量(g)	276.72 ^{bc}	248.95 ^c	289.62 ^{ab}	310.30 ^a	265.48 ^{bc}	246.28 ^c
平均增长量(cm)	17.37 ^{bc}	16.14 ^c	17.75 ^{ab}	18.63 ^a	17.30 ^{bc}	15.79 ^c
特定生长率(%)	0.93±0.06 ^{ab}	0.89±0.06 ^c	0.94±0.06 ^{ab}	0.96±0.07 ^a	0.91±0.08 ^{ab}	0.88±0.07 ^b
成活率(%)	85.83±0.06 ^{ab}	80.83±0.04 ^b	85.83±0.02 ^{ab}	89.17±0.04 ^a	83.33±0.02 ^{ab}	83.33±0.02 ^{ab}
饲料系数	1.65±0.01 ^a	1.76±0.11 ^{ab}	1.57±0.05 ^a	1.62±0.09 ^a	1.79±0.09 ^{ab}	1.91±0.09 ^b
肥满度	1.06±0.34 ^a	1.22±1.09 ^a	1.04±0.11 ^a	1.01±0.07 ^a	1.01±0.15 ^a	1.09±0.16 ^a

注: 同行数字上标有相同字母的, 差异不显著($P>0.05$), 没有相同字母的差异显著($P<0.05$)

表 2 盐度与花鲈体长、体质量回归分析
Tab.2 Regression analysis of body length and body weight of *L. japonicus* at different salinity

盐度	回归方程		R^2	
	体长	体质量	体长	体质量
0	$y = 0.0678x + 13.799$	$y = 1.0453x + 15.348$	0.9804	0.9907
6	$y = 0.0629x + 14.176$	$y = 0.9557x + 22.619$	0.9625	0.9941
12	$y = 0.0665x + 14.612$	$y = 1.0646x + 23.563$	0.9672	0.9970
18	$y = 0.0701x + 14.057$	$y = 1.1255x + 15.107$	0.9828	0.9933
24	$y = 0.0663x + 13.737$	$y = 0.9942x + 15.632$	0.9873	0.9880
30	$y = 0.0585x + 14.126$	$y = 0.9072x + 22.828$	0.9829	0.9944

明回归效果极为显著; 所建立的回归模型中, 回归系数的显著性水平平均小于 0.05, 说明两变量之间的线性相关关系极为显著, 建立的回归方程是有效的。

从表 2 可以看出, 体长、体质量与生长时间之间存在正相关关系, 体长、体质量随生长时间增大而增大。但各方程的斜率有所不同, 盐度 18 组, 无论体长斜率, 还是体质量斜率均为最大, 表明 6 个盐度梯度中, 花鲈在盐度 18 时生长速度最快; 盐度 30 时斜率最小, 表明 6 个盐度梯度中, 花鲈在盐度 30 时生长速度最慢。

鉴于淡水组(盐度 0 组)高于盐度 6 组, 其具体原因需在今后的工作加以探讨。现去除该点, 观察花鲈

体长、体质量增长线性回归方程斜率与盐度关系分别作散点图, 并进行回归, 结果如图 1、图 2。

由图 1、图 2 可以看出: 花鲈体长、体质量增长线性回归方程斜率与盐度回归后呈多项式方程关系, 决定系数均接近 1, 表明花鲈体长、体质量增长线性回归方程斜率与盐度之间存在较为显著的线性相关关系, 回归效果极为显著, 回归方程分别为: $y = -0.00012x^2 + 0.002x + 0.0525$, $R^2 = 0.9573$; $y = -0.0012x^2 + 0.0389x + 0.7677$, $R^2 = 0.9029$ 。经计算求得花鲈体长增长、体质量增长斜率最大值时的盐度分别为 16.67、16.21。由此可见, 海水盐度为 16—17 时, 在正常温度下, 花鲈的生长速度最快。

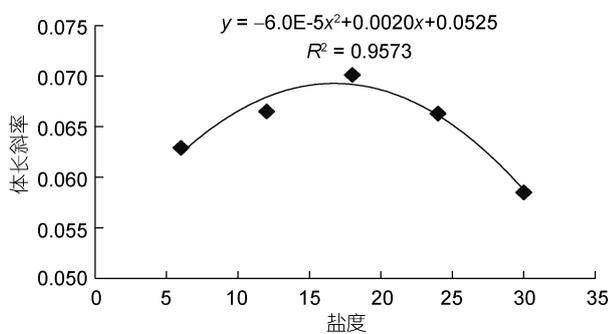


图 1 花鲈体长增长线性回归方程斜率与盐度关系

Fig.1 Linear regression equation slope of body length of *L. japonicus* cultured in different salinity

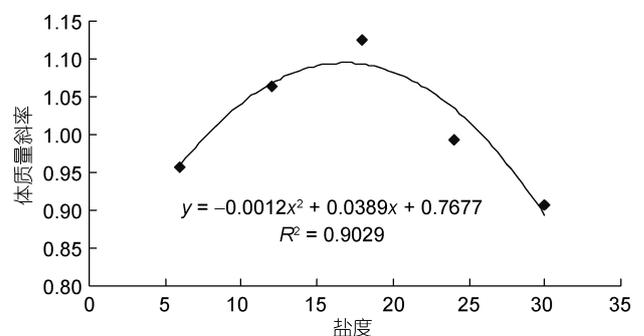


图 2 花鲈体质量增长线性回归方程斜率与盐度关系

Fig.2 Linear regression equation slope of body weight of *L. japonicus* cultured in different salinity

2.2 盐度与花鲈饵料系数、肥满度的关系

饵料系数以盐度 12 组为最低(1.57), 盐度 30 组最高(1.91)。统计分析, 盐度对饵料系数有显著差异($P < 0.05$), 盐度 30 组和其余各组之间存在显著的差异($P < 0.05$), 而其它组组内无显著差异($P > 0.05$)。以盐度为自变量(x), 饵料系数为因变量(y), 建立如图 3 回归方程(去除盐度 0 组), 可以看出盐度与饵料系数呈多项式关系, 方程为: $y = 0.0015x^2 - 0.0442x + 1.944$, $R^2 = 0.8868$; 计算出盐度为 14.73 时, 饵料系数最低。

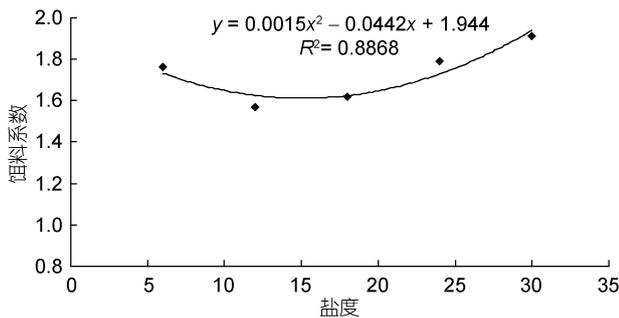


图 3 饵料系数与盐度相关性

Fig.3 The correlation between food coefficient and salinity

用 Spss17 进行单因素方差分析, 结果表明: 盐度 6 组的花鲈肥满度最大, 为 1.22, 其余各组排列顺序依次为盐度 30、0、12、18、24 组。各个不同盐度组组间肥满度无显著差异($P > 0.05$)。对比不同盐度下花鲈生长和肥满度的分析, 可以看出: 花鲈在不同盐度下生长差异明显, 但是肥满度并没有明显差异。至于在其它形态方面之间是否存在差异, 有待在以后的研究中继续探讨。

2.3 盐度与花鲈成活率的关系

由表 2 可以看出, 成活率在盐度 18 组最高为 89.17%, 在盐度 6 组成活率最低, 只有 80.83%, 且与其它组存在显著差异($P < 0.05$), 盐度 0、12、18、24、30 组的组间不存在显著差异($P > 0.05$)。

3 讨论

盐度是水生生物生存环境中的一个重要理化因子, 直接影响到其体细胞渗透压的调节, 从而影响能量代谢, 进而影响到生存、生长和繁育, 并对其体成分组成(潘英等, 2001; 王远红等, 2003; 刘贤敏等, 2008)及外部形态(另文发表)均产生影响。盐度对早期鱼类受精卵的发育、卵黄营养吸收及稚幼鱼、成鱼生长有着极为重要的影响(Gilles *et al.*, 2001), 熟悉掌握不同鱼类对盐度的适应性, 可为鱼类的人工养殖生

产提供技术保障。

有学者认为, 海水鱼在低盐度中生长较快, 因此幼鱼偏向于在河口和淡水的低盐度环境中生长, 这是自然进化的结果(Alava, 1998), 但也有些研究结果表明, 低盐度对海水鱼类生长无影响(王涵生等, 2002; 林向阳等, 2005)。其实, 广盐性鱼类在较大的盐度范围内都能存活, 并有较好的摄食率、吸收率、转化效率、生长率, 但不同鱼类的最佳生长盐度却有所不同, 一般认为, 生物在等渗点附近盐度中生活, 其代谢耗能最低、生长最快(Ye *et al.*, 2009)。另外, 同种鱼类不同生长阶段也有所不同(叶乐等, 2009), 戴祥庆等(1998)发现不同发育阶段的鱼可能有不同的等渗点, 如不同规格的花鲈随着个体的生长, 体内的含水量逐步减少, 即干湿比逐渐增大, 其体液浓度和等渗点也会因此发生变化, 从而导致基础代谢强度的差异和总代谢强度的差异。本实验表明, 盐度对花鲈的生长具有显著的影响作用, 在盐度为 18 的水体中, 花鲈的生长速度最快, 饵料系数最低; 随着水体盐度升高或降低, 生长速度都有所下降, 饵料系数都有所上升, 通过回归运算得出花鲈在盐度为 16—17 的水体中生长效果较佳。这可能是因为该盐度接近花鲈的等渗点, 因此用于调节渗透压的耗能低, 更多能量可以用于其它生理过程, 从而有利于鱼类的生长(Tyiler *et al.*, 1988; Gilles *et al.*, 2001)。从生物能量平衡来看, 消耗于代谢方面的能量越少, 积累于生长的能量就越多。除了能量分配差异外, Tsuzuki 等(2007)认为, 在较低盐度条件下海水鱼消化和吸收能力提高也是生长加快的重要原因。

对广盐性鱼类来说, 淡水的盐度距等渗点较远, 鱼类需更多能量用于调节渗透压, 其生长速度应当是最慢的。然而本实验结果是: 花鲈在淡水(盐度 0)中的生长速度比低盐度(盐度 6)时快, 该现象及其原理还需在今后的工作中进一步探讨。

本实验证明, 花鲈 龄的最适生长盐度为 16—17, 在这个盐度环境下花鲈的生长速度最快, 饲料利用率最高, 既缩短了养殖周期又降低了养殖成本, 本实验结果可为生产实践提供理论指导。

参 考 文 献

- 王远红, 吕志华, 高天翔等, 2003. 中国花鲈与日本花鲈营养成分的研究. 海洋水产研究, 24(2): 35—39
王涵生, 方琼珊, 郑乐云, 2002. 盐度对赤点石斑鱼受精卵发育的影响及仔鱼活力的判断. 水产学报, 36(4): 344—350

- 勾毅越, 1998. 草鱼—龄鱼种在不同盐度下的摄食、生长的比较研究. 四川畜牧兽医学院学报, 12(3—4): 83—87
- 叶 乐, 杨圣云, 王 雨等, 2009. 盐度对克氏双锯鱼仔鱼活力和仔稚鱼培育效果的影响. 安徽农业科学, 37(1): 162—164
- 叶振江, 孟晓梦, 高天翔等, 2007. 两种花鲈(*Lateolabrax* sp.)耳石形态的地理变异. 海洋与湖沼, 38(4): 356—360
- 刘贤敏, 李星星, 冷向军等, 2008. 盐度对奥尼罗非鱼和乌鳢生长及肌肉成分影响的比较研究. 上海水产大学学报, 17(2): 242—246
- 许建和, 徐加涛, 林永健等, 2010. 海水和淡水养殖花鲈肌肉脂肪酸的组成和含量分析. 食品科学, 31(14): 209—211
- 张邦杰, 梁仁杰, 毛大宁等, 1998. 池养尖吻鲈和花鲈的生长特性. 水产科技情报, 25(2): 60—65
- 林向阳, 刘伟斌, 叶金聪, 2005. 盐度对双棘黄姑鱼仔鱼活力及仔稚鱼生长的影响. 台湾海峡, 24(3): 351—355
- 周立斌, 张 伟, 王安利等, 2008. 饲料维生素 C 对花鲈(*Lateolabrax japonicus*)幼鱼生长和免疫的影响. 海洋与湖沼, 39(6): 671—677
- 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学组, 1995. 鱼类分类学. 北京: 农业出版社, 597—614
- 姜志强, 赵祥东, 王国祖, 2002. 不同盐度下牙鲆幼鱼存活、生长和摄食的研究. 大连水产学院学报, 17(2): 79—83
- 潘 英, 王如才, 罗永巨等, 2001. 海水和淡水养殖南美白对虾肌肉营养成分的分析比较. 青岛海洋大学学报, 31(6): 828—834
- 戴祥庆, 肖 雨, 董 娟等, 1998. 温度、盐度对花鲈能量收支的影响. 上海水产大学学报, 7(1): 1—7
- 高良治江, 藤尾ミツ子, 大里進子, 1990. など. 養殖マダイにおける肥満度と体構成成分との関係. 日水誌, 56(8): 1279—1284
- Alava V R, 1998. Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milk-fish *Chanos chanos* fry. Aquaculture, 167(3/4): 229—236
- Gilles Boeuf, Patrick Payan, 2001. How should salinity influence fish growth? Comp Biochem Physiol, 130c: 411—423
- Tsuzuki M Y, Sugai J K, Maciel J C *et al*, 2007. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. Aquaculture, 271(1/4): 319—325
- Tyiler M, Blaxer J H S, 1998. The Effects of external salinity on the drinking rates of larvae of herring, plaice and cod. J Exp Biol, 138(1): 1—15
- Ye L, Jiang S G, Zhu X M *et al*, 2009. Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile *Penaeus monodon*. Aquaculture, 290: 140—144

DIFFERENCE ANALYSIS ON GROWTH CHARACTERISTIC OF ONE YEAR OLD *LATEOLABRAX JAPONICUS* CULTURED AT DIFFERENT SALINITY

DU Tao¹, HUANG Yang¹, TAN Xue-Ying², ZHANG Guang-Long²,
SUN Cheng-Bo¹, SONG Chang-Jiang², HUANG Hai-Li¹

(1. Donghai Island Marine Biology Research Base of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524025;

2. Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524025)

Abstract Assessments on effect of different salinity on *Lateolabrax japonicus* were carried out in outdoor pond for 274 days. Fishes were then sampled to measure growth characteristic, survival rate, specific growth rate and food coefficient at each salinity. The results showed that the growth rate, survival rate and specific growth rate of *L. japonicus* cultured in salinity range from 12 to 18 was higher than in other groups. Using regression analysis, the optimum growth salinities range of *L. japonicus* was 16—17. The food coefficient of *L. japonicus* cultured at salinity of 12 and 18 was 1.57 and 1.62, respectively, and lower than that in other groups. The highest value of food coefficient was gained while *L. japonicus* was cultured at the salinity of 30. There was no significant difference between different salinity groups in survival rate. The results indicated growth rate, specific growth rate and food conversion rate of *L. japonicus* cultured at the salinity of 16—17 could be improved.

Key words *Lateolabrax japonicus*; Growth; Survival rate; Specific growth rate; Food coefficient