

◆特邀栏目◆

大泷六线鱼大规格苗种网箱培育试验*

菅玉霞^{1,2},高凤祥^{1,2},雒敏义³,李莉^{1,4},王雪^{1,4},王晓龙¹,郭文¹,胡发文^{1,2**}

(1.山东省海洋生物研究院,山东青岛 266104;2.山东省海水健康养殖工程技术研究中心,山东青岛 266104;3.青岛市即墨区自然资源局,山东青岛 266011;4.青岛市浅海底栖渔业增殖重点实验室,山东青岛 266104)

摘要:为探讨大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)大规格苗种网箱培育效果,本研究以海上近岸小型网箱为平台,在水温 14.2-21.4℃的条件下,以 5 月龄大泷六线鱼幼鱼为试验对象进行 56 d 的培育试验。结果显示:平均全长(6.88±0.23) cm、平均体质量(3.45±0.12) g 的大泷六线鱼幼鱼,经 56 d 网箱培育后平均全长增长到(12.21±0.68) cm,平均体质量增长到(14.68±0.97) g;全长日增长量为(0.10±0.02) cm,体质量日增重量为(0.20±0.05) g。大泷六线鱼幼鱼全长与日龄呈线性关系 $L = 0.6285t + 5.8397$ ($R^2 = 0.954$),体质量与日龄呈指数关系 $W_{gc} = 3.0193e^{0.1752t}$ ($R^2 = 0.996$),平均体质量瞬时增长率为 0.026%。体质量与全长的回归曲线为 $W_{wt} = 0.0322L^{2.4855}$ ($R^2 = 0.9744$),幂指数<3,表明此阶段的大泷六线鱼生长为负异速生长。大泷六线鱼大规格苗种网箱培育具有生长速度快、苗种成活率高、饲料效率高、易于管理等优点,可作为大泷六线鱼苗种培育的一种优良模式进行推广。

关键词:大泷六线鱼 大规格苗种 网箱 培育 存活 生长曲线

中图分类号:S965.3 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2021)01-0060-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20210115.007

0 引言

大泷六线鱼 *Hexagrammos otakii* (Jordan et Starks) 隶属鲷形目(Scorpaeniformes)六线鱼科(Hexagrammidate)六线鱼属(*Hexagrammos*),俗称黄鱼、黄棒子,是冷温性近海底层岩礁鱼类^[1]。大泷

六线鱼肉质细嫩、味道鲜美,素有“北方石斑”之称,是中国北方网箱养殖的重要经济鱼种,也是开展渔业增殖放流和海洋牧场建设的理想品种^[2]。

近年来,随着深水网箱、深海大网箱等大型养殖装备的快速发展,大规格鱼类苗种需求日益增加。大规格鱼类苗种与普通苗种相比具有生长速度快、抗病

* 山东省重点研发计划项目“大泷六线鱼大规格苗种网箱健康培育技术研究与示范”(2019GHY112062)资助。

【作者简介】

菅玉霞(1979-),女,高级工程师,主要从事海水鱼类增养殖研究。

【**通信作者】

胡发文(1982-),男,副研究员,主要从事海水鱼类增养殖研究,E-mail:yzsjsd@126.com。

【引用本文】

菅玉霞,高凤祥,雒敏义,等.大泷六线鱼大规格苗种网箱培育试验[J].广西科学院学报,2021,37(1):60-66.

JIAN Y X,GAO F X,LUO M Y,et al. Experiment on Cage Cultivation of Large-size Seedling of *Hexagrammos otakii* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2021,37(1):60-66.

力强、耐粗饲、经济高效等特点,如何快速高效进行大规模苗种培育已成为海水养殖发展的重点任务。目前我国已成功开展青鱼、匙吻鲟、斑点叉尾鮰、黑鲟、绿鳍马面鲀等经济鱼类的大规格苗种网箱培育研究^[3-7]。虽然大泷六线鱼规模化繁育与增养殖技术已有长足发展^[2,8-11],在胚胎发育、苗种培育、生理特性等方面均有大量研究报道^[12-17],但利用人工繁育苗种开展大泷六线鱼大规模苗种网箱健康培育研究尚属空白。大泷六线鱼深水网箱养殖放苗规格一般为12-15 cm,完全采用工厂化培育至此规格所需养殖周期较长,养殖成本较高,效率较低。因此,本研究以人工繁育的5月龄大泷六线鱼幼鱼为试验对象,采用海上近岸网箱养殖模式开展大规模苗种培育试验,探明网箱大规模苗种培育相关技术,以期为大泷六线鱼网箱养殖提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验所用大泷六线鱼为2019年11月孵化的5月龄幼鱼,由威海圣航水产科技有限公司提供,平均全长为 (6.88 ± 0.23) cm,平均体质量为 (3.45 ± 0.12) g。

1.2 幼鱼培育

试验时间为2020年4月29日至2020年6月23日,共56 d。

网箱培育:将鱼苗放养在45个规格相同的网箱中 $(5.0 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m})$,网衣为聚乙烯无结网,网目4.0 mm,每个网箱4 000尾,共180 000尾。试验地点位于山东省荣成市烟墩角海区,水深9-10 m。

车间工厂化培育:在威海圣航水产科技有限公司进行试验,培育池规格为 $4.2 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$,培育密度为200尾/ m^3 。

1.3 日常管理

网箱培育期间日投喂2次,投喂量为鱼体质量的3%,并根据摄食情况适时调整,投喂时间为10:00和16:00,阴雨天或大风等恶劣天气不投喂。所用饲料为市售海水仔稚鱼专用配合饲料(青岛赛格林生物工程有限公司,饲料粒径1.50 mm,饲料主要成分含量:粗蛋白含量 $\geq 52\%$,粗脂肪含量 $\geq 8\%$,赖氨酸含量 $\geq 2.5\%$,灰分含量 $\leq 17\%$)。每天检查网箱网衣有无破损,缆绳有无松动,发现问题及时修整,根据网箱

上杂藻生长情况定期更换网衣,及时捞出死鱼。详细记录每天的水温和饲料投喂量,每周四随机从45个网箱中抽取3个网箱,每个网箱随机捞取50尾鱼测量其全长和体质量。

车间工厂化培育水温 $14-17^\circ\text{C}$,盐度29-31。日投喂2次,投喂量为鱼体质量的3%,所用饲料同网箱培育。采用24 h流水培育,日换水量为200%-400%,每天吸底1次,每7-10 d洗刷池底,并清洗池壁、充气管和气石上附着的污物。详细记录每天的水温和饲料投喂量,每周四随机抽取3个培育池,每个池中随机捞取50尾鱼测量全长和体质量。

1.4 数据统计与分析

采用Excel 2007进行数据处理与分析,以平均值 \pm 标准差表示。各试验指标计算公式如下^[7,18]:

$$\text{增重量 } S_{\text{WG}} = F_{\text{BW}} - I_{\text{BW}},$$

$$\text{增重率 } S_{\text{MGR}}(\%) = (F_{\text{BW}} - I_{\text{BW}}) / I_{\text{BW}} \times 100\%,$$

$$\text{日均增重量 } S_{\text{DWG}} = (F_{\text{BW}} - I_{\text{BW}}) / t,$$

$$\text{饲料系数 } m = C / (F_{\text{BW}} - I_{\text{BW}}),$$

$$\text{瞬时生长率 } I = (\ln Y_2 - \ln Y_1) / (t_2 - t_1),$$

其中: I_{BW} 为某时间段内大泷六线鱼的初始体质量(g), F_{BW} 为某时间段内大泷六线鱼的终末体质量(g), t 为试验天数(d), C 为某时间段内大泷六线鱼的摄食量(g), Y_2 和 Y_1 分别为 t_2 和 t_1 时刻所对应的体质量(g)。

$$\text{存活率 } f = N_t / N_0 \times 100\%,$$

$$\text{生长指标 } G_1 = \ln L_2 - \ln L_1,$$

$$\text{生长常数 } G_2 = (\ln L_2 - \ln L_1) \times (t_2 + t_1) / 2,$$

$$\text{肥满度 } K = 100 \times W / L^3,$$

式中: N_t 为试验第 t 天时鱼的总尾数(尾), N_0 为试验开始时鱼的总尾数(尾), L_2 和 L_1 分别为 t_2 和 t_1 时刻所对应的大泷六线鱼全长(cm), W 和 L 分别为 t 时刻的大泷六线鱼体质量(g)和全长(cm)。

$$\text{全长生长方程 } L = A + Bt,$$

式中: L 为 t 时刻的大泷六线鱼全长(cm), A 、 B 为线性参数。

$$\text{体质量生长方程 } W_{\text{gc}} = d \times e^{gt},$$

式中: W_{gc} 为 t 时刻的大泷六线鱼体质量(g), e 、 d 、 gt 分别为自然对数和方程中对应的两个指数参数。

$$\text{体质量与全长关系方程 } W_{\text{wl}} = a \times L^b,$$

式中: W_{wl} 和 L 分别为 t 时刻的大泷六线鱼体质量(g)和全长(cm), a 、 b 分别为肥满度系数和异速生长因子。

2 结果与分析

2.1 大泷六线鱼幼鱼生长情况

经过 56 d 的网箱培育, 大泷六线幼鱼生长情况良好, 平均存活率为 96.1%。平均全长由 (6.88 ± 0.23) cm 增长到 (12.21 ± 0.68) cm, 全长日增长量

为 (0.10 ± 0.02) cm; 平均体质量由 (3.45 ± 0.12) g 增长到 (14.68 ± 0.97) g, 日增重量为 (0.20 ± 0.05) g。试验期间大泷六线鱼幼鱼肥满度为 $(0.81 \pm 0.02) - (1.19 \pm 0.05)$, 平均值为 1.06 ± 0.03 ; 饲料系数为 $(1.00 \pm 0.11) - (2.33 \pm 0.14)$, 平均值为 1.40 ± 0.11 (表 1)。

表 1 大泷六线鱼幼鱼网箱培育生长数据

Table 1 Growth data of juvenile fish of *Hexagrammos otakii* in cage cultivation

时间 Time (d)	水温 Temperature (°C)	平均全长 Average length (cm)	全长日增 长量 Daily in- crease in total length (cm)	全长增 长率 Growth rate of total length in- crease (%)	平均体质量 Average body weight (g)	日增 重量 Daily weight gain (g)	增重率 Weight gain rate (%)	体质量瞬时 增长率 Instantane- ous growth rate of body weight (%)	肥满度 Fatness	饲料系数 Food coefficient
0	14.4	6.88 ± 0.23	—	—	3.45 ± 0.12	—	—	—	1.06 ± 0.02	—
7	14.4	7.18 ± 0.14	0.04	0.60	4.37 ± 0.23	0.13	3.01	0.034	1.18 ± 0.04	1.00 ± 0.11
14	14.2	7.86 ± 0.21	0.10	1.24	5.19 ± 0.34	0.12	2.26	0.025	1.07 ± 0.02	1.33 ± 0.09
21	14.8	8.04 ± 0.12	0.03	0.32	6.03 ± 0.31	0.12	1.99	0.021	1.16 ± 0.03	1.51 ± 0.10
28	15.2	8.62 ± 0.35	0.08	0.96	7.63 ± 0.42	0.23	3.00	0.034	1.19 ± 0.05	1.00 ± 0.07
35	18.0	9.25 ± 0.29	0.09	0.97	8.77 ± 0.36	0.16	1.86	0.020	1.11 ± 0.03	1.62 ± 0.15
42	18.8	9.96 ± 0.42	0.10	1.02	9.85 ± 0.29	0.15	1.57	0.017	1.00 ± 0.02	2.33 ± 0.14
49	20.6	10.84 ± 0.27	0.13	1.16	12.14 ± 0.87	0.33	2.69	0.030	0.95 ± 0.02	1.18 ± 0.08
56	21.4	12.21 ± 0.68	0.20	1.60	14.68 ± 0.97	0.36	2.47	0.027	0.81 ± 0.02	1.21 ± 0.12

2.2 大泷六线鱼幼鱼的生长特性

2.2.1 大泷六线鱼幼鱼的生长指标和生长常数

生长指标不仅可用来划分鱼类的生长阶段, 而且还可以用来比较其生长速率^[19]。生长常数则是用来划分特定区域中某种指定鱼类生长阶段的指标, 鱼类不同生长阶段的生长常数通常不同, 而同一生长阶段的生长常数则往往比较接近。本试验条件下, 大泷六线鱼幼鱼各阶段的生长指标、生长常数是不同的, 但变化趋势相同, 均呈现先升高后降低再升高的趋势 (图 1)。生长常数在网箱培育 7 d (即 5 月 5 日) 时达最低值 0.15 ± 0.05 , 生长指标在网箱培育 21 d (即 5 月 19 日) 时达到最低值 0.02 ± 0.005 。生长指标与生长常数在网箱培育 56 d (即 6 月 23 日) 同时达到最大值, 分别为 0.12 ± 0.02 和 6.25 ± 0.54 。上述结果与人工养殖下的哲罗鱼 (*Hucho taimen*) 幼鱼^[20] 生长情况基本一致, 与圆斑星鲈幼鱼 (*Verasper variegates*)^[18]、达氏鳇杂交种幼鱼 (*Huso dauricus*)^[21] 及布氏哲罗鲑幼鱼 (*Hucho bleekeri*)^[22] 生长指标和生长常数的变化趋势均不相同。造成这一现象的原因除环境因素外, 本试验的试验周期较短也是影响生长常数和生长指标变化趋势的重要因素。

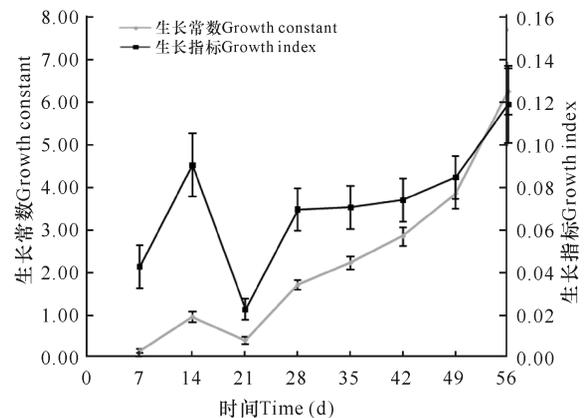


图 1 大泷六线鱼幼鱼全长生长指标、生长常数曲线图

Fig. 1 Total length growth index and growth constant curve of juvenile fish of *H. otakii*

2.2.2 大泷六线鱼幼鱼肥满度、饲料系数与水温关系

肥满度常用作衡量鱼体丰满程度、健康状况及环境影响的重要指标^[19]。从图 2 中可以看出网箱培育试验期间大泷六线鱼幼鱼的肥满度比较稳定, 其变化为 $0.81 - 1.19$ 。这一结果低于圆斑星鲈的 $2.20 - 3.23$ ^[18], 高于达氏鳇杂交种的 $0.37 - 0.39$ ^[21], 与绿鳍马面鲈 (*Thamnaconus septentrionalis*) 的 $1.08 -$

1.93^[7]接近,可能是不同饲料中蛋白质的含量不同,且鱼对蛋白质的吸收效率受鱼的种类、饲料中蛋白质的种类、蛋白质的摄食量、饲养天数、水质等多种因素的影响。在56 d的培育期,肥满度与水温呈多项式关系 $K = -0.0099t^2 + 0.3075t - 1.2402$ ($R^2 = 0.8931$),随着水温的升高和鱼体的生长,肥满度呈现缓慢下降的趋势。

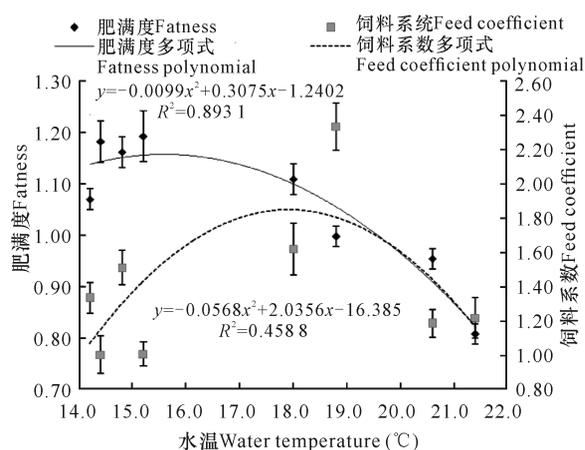


图2 大泷六线鱼幼鱼肥满度、饲料系数与水温关系

Fig. 2 Relationship between fatness, feed coefficient and water temperature of juvenile fish of *H. otakii*

饲料系数对水产养殖经济的影响比饲料价格的影响作用更重要,水产养殖效益会随饲料系数的升高而出现大幅度下降^[23]。其值越小,表示增加单位水产品产量所消耗的饲料越少,饲料利用效率越高^[7]。本试验过程中,网箱培育模式下饲料系数为1.00-2.33,低于绿鳍马面鲈的3.8-6.3^[7]、点带石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)的2.65-3.65^[24]和奥尼罗非鱼(*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)的2.58-4.17^[25],说明网箱培育模式下大泷六线鱼对饲料的利用率较高。饲料系数与水温呈多项式关系 $m = -0.0568t^2 + 2.0356t - 16.385$ ($R^2 = 0.4588$),随着水温的升高和鱼体的生长,饲料系数呈现缓慢上升后又下降的趋势(图2)。

2.2.3 大泷六线鱼幼鱼体质量瞬时增长率与水温关系

鱼类的生长除了受自身生长因子的影响外,还受到外界环境因素如放养密度、溶氧、水温和饲料等的影响,其中水温对鱼体的生长发育有着较大影响^[26]。从表1和图3可以看出,在水温为14.2-21.4℃时,随着海水温度的升高,大泷六线鱼幼鱼体质量瞬时增长率呈现不规则的变化趋势,其变化幅度不大,为0.017-0.034。这一结果与绿鳍马面鲈^[7]、圆斑星

鲈^[18]、哲罗鱼^[20]和史氏鲟(*Acipenser schrencki*)^[27]的研究结果不太一致。造成这一现象的原因:一是大泷六线鱼耐低温,其生存温度为2-26℃^[2],最适生长水温为16-21℃^[28],本次试验水温基本处于其最适生长水温范围内,因此其体质量瞬时增长率变化幅度不大,为0.017-0.034,低于绿鳍马面鲈的0.03-0.08^[7]、圆斑星鲈的0.11-0.72^[18]和哲罗鱼的0.15-1.65^[20];另一方面本试验的试验周期较短,试验期间其水温的变动没有达到临界值,体质量瞬时增长率随水温的变化趋势有待进一步研究。

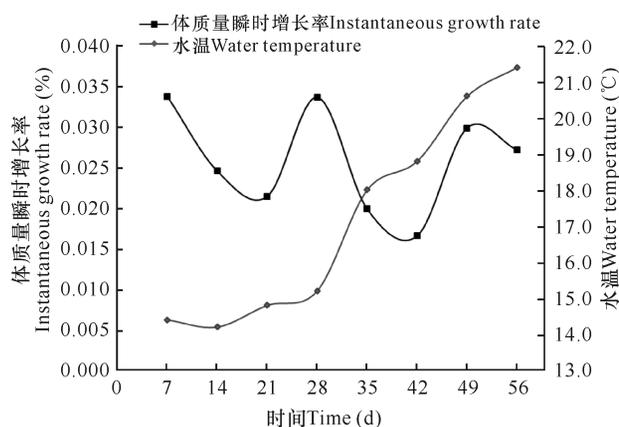


图3 大泷六线鱼幼鱼体质量瞬时增长率与水温关系

Fig. 3 Relationship between instantaneous growth rate and water temperature of juvenile fish of *H. otakii*

2.3 大泷六线鱼幼鱼生长式型

网箱培育和车间工厂化培育大泷六线鱼幼鱼全长随时间变化呈线性增长趋势,其生长方程分别为 $L = 0.6285t + 5.8397$ ($R^2 = 0.954$)和 $L = 0.2617t + 6.5672$ ($R^2 = 0.9898$),且从图4中可以看出,网箱培育大泷六线鱼幼鱼全长增长速度明显快于车间工厂化培育。

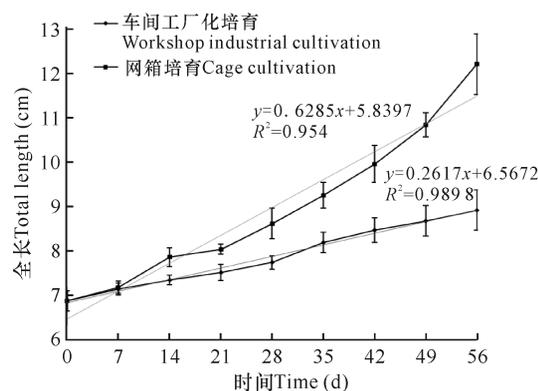


图4 大泷六线鱼幼鱼全长增长趋势

Fig. 4 Total length growth trend of juvenile fish of *H. otakii*

试验期间大泷六线鱼体质量随时间变化呈指数增长趋势(图5),网箱培育和车间工厂化培育其体质量增长方程分别为 $W_{gc} = 3.0193e^{0.1752t}$ ($R^2 = 0.996$) 和 $W_{gc} = 3.5583e^{0.0798t}$ ($R^2 = 0.9341$)。另外,从图5中可以看出,网箱培育大泷六线鱼体质量增长明显高于车间工厂化培育,从增长方程的指数也可以看出网箱培育模式比车间工厂化培育模式增长速度更快。

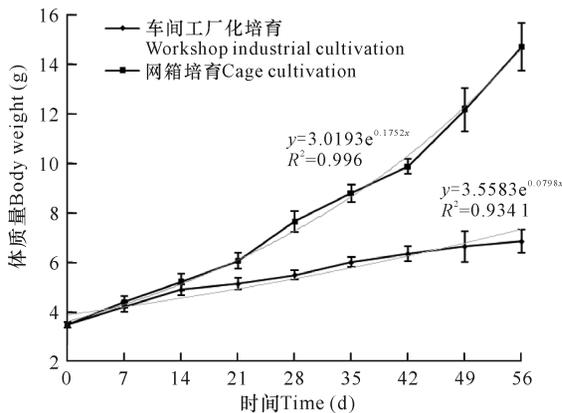


图5 大泷六线鱼幼鱼体质量增长趋势

Fig. 5 Body weight growth trend of juvenile fish of *H. otakii*

网箱培育和车间工厂化培育大泷六线鱼体质量与全长之间呈幂指数关系,其体质量与全长的关系方程分别为 $W_{wl} = 0.0322L^{2.4855}$ ($R^2 = 0.9744$) 和 $W_{wl} = 0.0394L^{2.3801}$ ($R^2 = 0.9253$),该结果表明大泷六线鱼全长和体质量能均衡增长,体质量和全长之间具有指数关系(图6,7)。

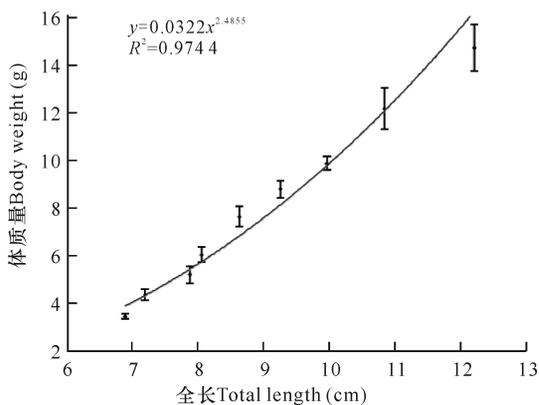


图6 网箱培育大泷六线鱼幼鱼全长与体质量的关系

Fig. 6 Relationship between total length and body weight of juvenile fish of *H. otakii* in cage cultivation

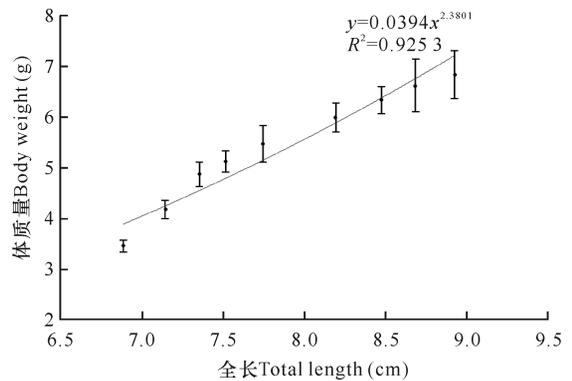


图7 车间工厂化培育大泷六线鱼幼鱼全长与体质量的关系

Fig. 7 Relationship between total length and body weight of juvenile fish of *H. otakii* in workshop industrial cultivation

3 讨论

鱼类的生长一般分为3个阶段,即快速生长阶段、稳定生长阶段和衰老阶段,全长和体质量进入下一阶段的时间有可能是不同步的,而全长和体质量是鱼类的重要生物学特征,也是判断种质质量和养殖效果的重要标准之一^[29]。鱼类全长-体质量的关系也可作为渔业资源评估提供重要参考^[30]。全长与体质量的关系式($W = aL^b$)经过论证具有明确的意义及合理性^[31],式中: a 为条件因子,反映鱼体所处环境的优劣; b 为异速生长因子,反映鱼生长发育过程的不均衡性。在鱼类中,参数 b 的可能取值为2.5-4.0^[32],通常接近于3^[33], b 等于3是等速生长的必要条件而非充分条件^[34]。若 $b < 3$,为负异速增长,体质量的增长快于全长的增长;若 $b = 3$,体质量和全长同步增长,速度均衡;若 $b > 3$,为正异速增长,全长的增长快于体质量的增长^[35,36]。本试验海上网箱培育模式下,大泷六线鱼全长与体质量的关系方程式为 $W_{wl} = 0.0322L^{2.4855}$ ($R^2 = 0.9744$),其中 $b < 3$,即此阶段的大泷六线鱼生长为负异速生长,体质量的增长快于全长的增长。全长回归相关系数为0.9744,为显著相关,说明在试验过程中大泷六线鱼均衡生长,没有停滞。另外,大泷六线鱼工厂化培育模式下的全长与体质量也呈指数增长关系 $W_{wl} = 0.0394L^{2.3801}$ ($R^2 = 0.9253$),说明在网箱培育模式下,其生长趋势与工厂化培育模式相似,这与圆斑星鲈^[18]、哲罗鱼^[20]、达氏鳇杂交种幼鱼^[21]等的生长特性基本一致。但从大泷六线鱼全长增长趋势和体质量增长趋势来看,大泷六线鱼在网箱培育模式下比车间工厂化培育模式有更快的增长速度。

4 结论

在水温 14.2—21.4℃ 条件下, 经过 56 d 的大规格苗种网箱培育试验, 大泷六线鱼幼鱼全长由 (6.88 ± 0.23) cm 增长到 (12.21 ± 0.68) cm, 体质量由 (3.45 ± 0.12) g 增加到 (14.68 ± 0.97) g, 生长速度明显超越同时车间工厂化培育模式 (全长由 6.88 cm 增长到 8.92 cm, 体质量由 3.45 g 增长到 6.82 g)。大泷六线鱼大规格苗种近岸网箱培育具有生长速度快、苗种成活率高、饲料效率高、易于管理等特点, 可作为大泷六线鱼苗种培育的一种优良模式进行推广。

参考文献

- [1] 刘蝉馨, 秦克静. 辽宁动物志(鱼类)[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987: 394-396.
- [2] 潘雷, 胡发文, 高凤祥, 等. 大泷六线鱼人工繁殖及育苗技术初步研究[J]. 海洋科学, 2012, 36(12): 39-44.
- [3] 潘跃权. 河道网箱培育青鱼大规格苗种技术[J]. 渔业致富指南, 2011(5): 40-41.
- [4] 何献武, 何振华, 卢建勇, 等. 匙吻鲟大规格苗种水库网箱培育试验[J]. 渔业致富指南, 2012(17): 70-71.
- [5] 耿建国. 网箱培育斑点叉尾鲷大规格鱼种[J]. 科学养鱼, 2003(11): 9.
- [6] 徐万土, 竺俊全. 黑鲟网箱大规格苗种培育技术[J]. 海洋渔业, 2003(2): 86, 72.
- [7] 刘琨, 刘刚, 黄亮, 等. 绿鳍马面鲀大规格苗种网箱培育试验[J]. 渔业现代化, 2019, 46(6): 54-60.
- [8] 胡发文, 潘雷, 高凤祥, 等. 大泷六线鱼胚胎发育及其与水温的关系[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(1): 28-33.
- [9] 菅玉霞, 潘雷, 胡发文, 等. 温度和盐度对大泷六线鱼仔鱼存活与生长的影响[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(5): 24-29.
- [10] 胡发文, 郭文, 潘雷, 等. 大泷六线鱼仔稚鱼形态发育与生长特性[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(6): 16-22.
- [11] 胡发文, 张少春, 王雪, 等. 大泷六线鱼全人工繁育技术研究[J]. 海洋科学, 2016, 40(3): 71-76.
- [12] 潘雷, 房慧, 张少春, 等. 大泷六线鱼仔、稚、幼鱼期消化酶活力的变化[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(3): 54-60.
- [13] 菅玉霞, 房慧, 张少春, 等. 大泷六线鱼仔鱼饥饿试验及不可逆点的研究[J]. 海洋科学, 2014, 38(3): 111-115.
- [14] 李莉, 王雪, 菅玉霞, 等. 不同月龄大泷六线鱼形态性状与体质量的相关性及通径分析[J]. 上海海洋大学学报, 2019, 28(1): 58-66.
- [15] 樊英, 王晓璐, 于晓清, 等. 地衣芽孢杆菌对大泷六线鱼生长、肠道消化酶、血清非特异性免疫及抗病力的影响[J]. 渔业科学进展, 2021, 42(1): 63-73.
- [16] 菅玉霞, 高凤祥, 王雪, 等. 3种常用水产药物对大泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(4): 319-324.
- [17] 赵文溪, 刘莹, 于超勇, 等. 基于 CR 及 Cytb 基因序列的大泷六线鱼野生群体遗传多样性分析[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(4): 308-318.
- [18] 严俊丽, 陈四清, 王贞杰, 等. 基于工厂化养殖的圆斑星鲈生长初步研究[J]. 渔业现代化, 2017, 44(1): 15-20.
- [19] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 34-36.
- [20] 姜作发, 尹家胜, 徐伟, 等. 人工养殖条件下哲罗鱼生长的初步研究[J]. 水产学报, 2003, 27(6): 590-594.
- [21] 石振广, 董双林, 鲁宏申, 等. 人工养殖条件下达氏鳇杂交种幼鱼生长特性的初步研究[J]. 中国海洋大学学报, 2008, 38(1): 33-38.
- [22] 吴万荣. 布氏哲罗鲑年龄与生长的初步研究[J]. 水产学报, 1987, 11(1): 37-44.
- [23] 石韵. 饲料系数及价格对水产养殖经济的影响[J]. 中国饲料, 2020(8): 84-87.
- [24] 逯尚尉, 刘兆普, 余燕. 密度胁迫对点带石斑鱼幼鱼生长、代谢的影响[J]. 中国水产科学, 2011, 18(2): 322-328.
- [25] 刘贤敏, 李星星, 冷向军, 等. 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[J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(2): 242-246.
- [26] 王海表. 浅论养殖池塘水体污染的原因、危害及其防治对策[J]. 渔业致富指南, 2007(24): 21-22.
- [27] 庄平, 李大鹏, 王明学, 等. 养殖密度对史氏鲟稚鱼生长的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 735-738.
- [28] 刘蝉馨. 辽宁动物志(鱼类)[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987: 393-396.
- [29] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 48-60.
- [30] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 18-22.
- [31] 黄真理, 常剑波. 鱼类体长与体重关系中的分形特征[J]. 水生生物学报, 1999, 23(4): 330-336.
- [32] LE GREN E D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) [J]. Journal of Animal Ecology, 1951, 20(2): 201-219.
- [33] BAUCHOT R, BAUCHOT M L. Coefficient de condition et indice ponderal chez les Teleosteens [J]. Cybium; International Journal of Ichthyology, 1978, 3(4): 3-16.
- [34] 林学群, DENIEL C, LAUREC A, 等. 法国 Douarnenez

- 海湾拟庸鲽体长与年龄关系研究[J].海洋学报,1995,17(2):134-139.
- [35] 林学群.粤东近海雄性条尾鲱鲤体长与体重关系研究[J].汕头大学学报:自然科学版,1999,14(2):64-71,80.
- [36] FROESE R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations [J]. Applied Ichthyology, 2006, 22(4): 241-253.

Experiment on Cage Cultivation of Large-size Seedling of *Hexagrammos otakii*

JIAN Yuxia^{1,2}, GAO Fengxiang^{1,2}, LUO Minyi³, LI Li^{1,4}, WANG Xue^{1,4}, WANG Xiaolong¹, GUO Wen¹, HU Fawen^{1,2}

(1. Marine Biology Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China; 2. Healthy Mariculture Engineering Research Center of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China; 3. Natural Resources Bureau of Jimo District, Qingdao, Shandong, 266011, China; 4. Key Laboratory of Benthic Fisheries Aquaculture and Enhancement, Qingdao, Shandong, 266104, China)

Abstract: In order to explore the effect of large-size seedling cage cultivation of *Hexagrammos otakii*, a small offshore cage was used as a platform, 5-month-old juvenile *H. otakii* was taken as test subjects for 56 d of cultivation experiment at the water temperature of 14.2–21.4°C. The results showed that after 56 d of cultivation the average length and average body weight increased from (6.88 ± 0.23) cm and (3.45 ± 0.12) g to (12.21 ± 0.68) cm and (14.68 ± 0.97) g, respectively. The daily increase in total length was (0.10 ± 0.02) cm, and the average daily weight gain was (0.20 ± 0.05) g. The linear relationship between the total length and the month age of juvenile *H. otakii* was $L = 0.6285t + 5.8397$ ($R^2 = 0.954$), and the exponential relationship between body weight and month age was $W_{gc} = 3.0193e^{0.1752t}$ ($R^2 = 0.996$). The average instantaneous growth rate of body weight was 0.026%. The regression curve of body weight and total length was $W_{wl} = 0.0322L^{2.4855}$ ($R^2 = 0.9744$), and the power index was less than 3, indicating that the growth of this stage was negative allometric growth. The results showed that the cage culture of large-size *H. otakii* seedlings has the advantages of fast growth, high seedling survival rate, high feed efficiency and easy management. It can be promoted as an excellent model for the cultivation of *H. otakii* seedling.

Key words: *Hexagrammos otakii*, large-size seedling, cage, cultivation, survive, growth curve

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>