

光照周期对中国对虾稚虾蜕皮和生长的影响

王芳, 董双林, 董少帅, 黄国强

(中国海洋大学 教育部海水养殖重点实验室, 山东 青岛 266003)

摘要:实验中国对虾(*Fenneropenaeus chinensis* Osbeck)的初始体重为 $(0.945 \pm 0.005) \text{ g}$ ($\bar{X} \pm \text{SE}$), 投喂的饲料为人工配合饲料, 实验的光照周期为0L:24D、24L:0D、14D:10L和14L:10D, 实验持续35 d。在4种光照周期条件下, 实验结果如下: (1)中国对虾的特定生长率(SGR)没有显著的差异($P > 0.05$); (2)中国对虾的摄食量(FI)没有显著的差异($P > 0.05$); (3)中国对虾的食物转化率(FCE)没有显著的差异($P > 0.05$); (4)中国对虾的蜕皮频率(MF)不同, 其中, 24L:0D和0L:24D下较低, 14L:10D和14D:10L下较高, 且差异达到显著水平($P < 0.05$)。实验结果表明:光照周期影响中国对虾用在蜕皮上的能量分配, 中国对虾的蜕皮频率存在一定的差异($P < 0.05$), 但由于对中国对虾的摄食量和食物转化率没有影响, 中国对虾用在生长的能量比例相近, 故对中国对虾的生长未产生显著的影响。与光照强度和光谱组成对中国对虾生长的影响的研究结果相比, 在中国对虾的集约化养殖生产中, 光照周期的选择是次要的。

关键词:中国对虾; 光照周期; 蜕皮; 生长

中图分类号:Q959.223 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)04-0354-06

中国对虾(*Fenneropenaeus chinensis* Osbeck)是我国重要的海水养殖虾类之一, 有关环境因子温度^[1]、盐度^[2-4]、温度和盐度的交互作用^[5]对其蜕皮和生长的影响已进行过较深入的研究。而有关光照对中国对虾蜕皮和生长的影响还未见详细报道。王芳等^[6-7]分别研究了光谱组成和光照强度对中国对虾稚虾生长的影响。研究发现中国对虾稚虾在短波的蓝光(435 nm)和高光照强度(5 500 lx)下, 由于食物转化率低, 对虾用于生长的能量少, 导致其生长较慢。本研究在实验室条件下, 探讨了光照周期对中国对虾稚虾蜕皮和生长的影响, 从生物能量学角度揭示其机制, 一方面为进一步揭示中国对虾的生理生态学特性提供基础数据, 同时为中国对虾的集约化养殖提供合理的光照周期参数。

1 实验材料与方法

1.1 材料来源

健康的中国对虾购自青岛市郊养虾场, 体长3~5 cm, 湿体重0.740 6~1.207 3 g。

1.2 实验设计

实验设4种光照周期0L:24D、24L:0D、14D:10L、14L:10D处理。除0L:24D的光照强度为0

外, 其他3种处理的光照强度约为300 lx(水族箱底部的照度, 由上海学联仪器厂生产的JD-1A型水下照度计测定)。为了便于实验中收集残饵、粪便等, 0L:24D和14D:10L两种光期下每天总计约有0.5 h暴露在光照下。实验在同一实验室不同可控光小室内同步进行, 每一处理设5个重复, 光照时间由电子定时器控制。

1.3 实验管理

中国对虾运回后, 在室内25℃下驯养7 d, 使之适应实验室的条件。驯养期间, 每天6:00和16:00投喂福建产的海马牌人工配合饲料(粗蛋白43.39%±0.22%, 脂肪9.74%±0.30%, 灰分9.91%±0.01%, 含水量8.41%±0.06%)两次。实验前, 停食24 h, 用MP-120型电子天平称其初始体重, 实验中国对虾的初始体重为 $(0.945 \pm 0.005) \text{ g}$ ($\bar{X} \pm \text{SE}$)。实验用水族箱(45 cm×30 cm×30 cm)盛水为35 L, 每个水族箱放中国对虾5尾。

每次投喂2.5 h后, 将残饵、粪便吸出, 65℃下烘干保存。中国对虾蜕皮后, 及时将蜕皮捞出, 烘干保存。每2~3 d换水1次, 每次换水1/3~2/3。实验用水为砂滤海水。实验期间的水质参数如下: DO≥6.0 mg/L, pH 7.8±0.2, $T_{\text{NH}_4^{+}-\text{N}} \leq 0.24 \text{ mg/L}$, 水

收稿日期:2003-12-08; 修订日期:2004-03-24。

基金项目:国家重点规划项目资助(G1999012011); 国家863课题资助(2002AA648010)。

作者简介:王芳, (1966-), 女, 博士, 从事水产养殖生态学研究。E-mail: wangfang249@ouc.edu.cn

温 $t = (25.0 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$, 盐度 $S = 28 \sim 30$ 。

实验持续 35 d。实验结束后将各处理组的中国对虾称重,并在 $65 ^\circ\text{C}$ 下烘干 48 h,称其干重并用于能量和蛋白质含量的测定。

1.4 能量测定及收支计算

对虾摄食的饲料、虾体、蜕壳和粪便的能值均在 $65 ^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重,用 Parr 1281 型氧弹热量计测定,根据测定值计算出各自的能值。

甲壳动物的能量收支式:

$$C = G + F + U + E + R^{[8]}$$

$$U = (C_N - G_N - F_N - E_N) \times 24\ 830^{[9]}$$

$$R = C - G - F - U - E$$

其中, C 为摄食饲料的能量, G 为生长能, F 为排粪能, U 为排泄能, R 为呼吸能, E 为蜕壳能, C_N 为摄食食物中所含的氮, G_N 为对虾体中积累的氮, F_N 为粪便中损失的氮, E_N 为对虾蜕壳损失的氮, 24 830 为每克氮的能值 (J/g)。

饲料、虾体、粪便和蜕壳中的氮用凯式定氮法测定。

1.5 数据分析

特定生长率 (SGR)、摄食量 (FI)、食物转化率 (FCE) 和蜕皮频率 (MF) 按下列公式计算:

$$\text{SGR}_d (\% \cdot \text{d}^{-1}) = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / T$$

$$\text{FI}_d (\% \text{ BW} \cdot \text{d}^{-1}) = 100 \times F / [T \times (W_2 + W_1) / 2]$$

$$\text{FCE}_d (\%) = 100 \times (W_2 - W_1) / F$$

$$\text{MF} (\% \cdot \text{d}^{-1}) = 100 \times N_m / (N_e \cdot T)$$

式中: W_2 、 W_1 是结束和初始时中国对虾的干体

重, T 为实验持续的时间, F 为摄食量 (干重), N_m 为实验期间的蜕皮数, N_e 为实验虾的尾数, SGR_d 、 FI_d 和 FCE_d 表示以中国对虾干体重形式计算的特定生长率、摄食量和食物转化率。

以蛋白质 (p)、能量 (e) 形式计算的 SGR、FI、FCE 分别以 SGR_p 、 FI_p 、 FCE_p 和 SGR_e 、 FI_e 、 FCE_e 表示。所得数据采用单因子方差分析及 Duncan 多重比较进行分析处理,以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果

2.1 不同光照周期下中国对虾的蜕皮

不同光照周期下中国对虾的蜕皮频率见表 1。从表 1 中可以看出:4 种光照周期下,中国对虾的蜕皮频率存在一定的差异。其中 14L:10D 和 14D:10L 分别与 24L:0D 和 0L:24D 相比差异达到显著水平 ($P < 0.05$),而 14L:10D 和 14D:10L 间、24L:0D 和 0L:24D 间对虾的蜕皮频率差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.2 不同光照周期下中国对虾的生长

不同光照周期下中国对虾的体重变化见表 1。从表 1 中可以看出:14D:10L 下,中国对虾结束时的干体重最小,但与其他 3 种光照周期相比,差异未达到显著水平 ($P > 0.05$)。从 SGR (图 1) 看,14D:10L 下,对虾的 SGR_d 亦最小,分别比 0L:24D、24L:0D 和 14L:10D 低 7.6%、5.9% 和 8.3%,但差异均未达到显著水平 ($P > 0.05$)。 SGR_p 、 SGR_e 亦呈相似的趋势。

表 1 不同光照周期下中国对虾的体重变化、存活率和蜕皮频率

Table 1 Change of dry body weight, survival and molting frequency by *F. chinensis* under different treatments during the experiment

光照周期 Photoperiod	干体重/g Dry body weight		存活率/% Survival rate	蜕皮频率/(%·d ⁻¹) Molting frequency
	起始体重 Initial	结束体重 Final		
0L:24D	0.202 ± 0.002	0.518 ± 0.022	92.0 ± 4.9	3.80 ± 0.81 ^a
24L:0D	0.203 ± 0.001	0.510 ± 0.011	84.0 ± 4.0	4.53 ± 0.88 ^a
14L:10D	0.203 ± 0.001	0.522 ± 0.011	80.0 ± 6.3	7.23 ± 0.88 ^b
14D:10L	0.203 ± 0.001	0.482 ± 0.010	80.0 ± 6.3	5.86 ± 0.81 ^b

注:同一列中的不同字母表示差异达到显著水平 ($P < 0.05$, $n = 5$)。

Note: Values (expressed as mean ± SE, $n = 5$) with different letters in the same column are significantly different from each other ($P < 0.05$).

2.3 不同光照周期下中国对虾的摄食量

不同光照周期下中国对虾的摄食量 (FI) (图 2)。从图 2 中可以看出:4 种光照周期下,中国对虾

的摄食量 (FI_d) 差异未达到显著水平 ($P > 0.05$)。 FI_p 、 FI_e 亦呈相似的趋势。

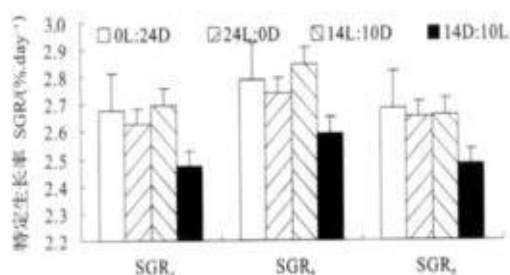


图1 不同光照周期下中国对虾的特定生长率 SGR_d 、 SGR_p 、 SGR_e

Fig.1 Specific growth rates (SGR) in terms of dry matter, protein and energy of *F. chinensis* under different photoperiod treatments

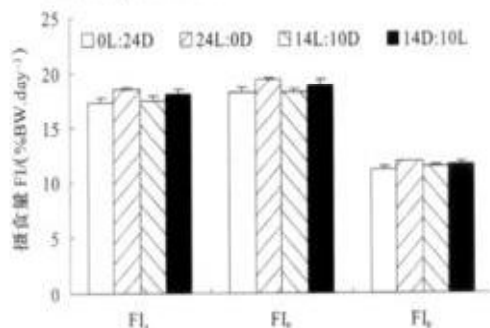


图2 不同光照周期下中国对虾的摄食量 FI_d 、 FI_p 和 FI_e

Fig.2 Food intakes (FI) in terms of dry matter, protein and energy of *F. chinensis* under different photoperiod treatments

2.4 不同光照周期下中国对虾的食物转化率

不同光照周期下中国对虾的食物转化率(FCE)(图3)。从图3中可以看出:24L:0D下中国对虾的食物转化率(FCE_d)最小,而0L:24D下最大,但各处理组差异不显著($P>0.05$)。 FCE_p 、 FCE_e 亦呈相似的趋势。

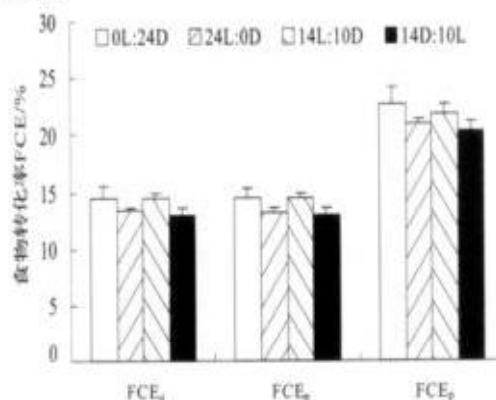


图3 不同光照周期下中国对虾的食物转化率 FCE_d 、 FCE_p 、 FCE_e

Fig.3 Food conversion efficiencies (FCE) in terms of dry matter, protein and energy of *F. chinensis* under different photoperiod treatments

2.5 不同光照周期下中国对虾的能量分配

不同光照周期下中国对虾的能量分配见表2。

表2 不同光照周期下中国对虾的能量分配

Table 2 Allocation of the consumed energy in Chinese shrimp at different treatments $\bar{X} \pm SE, \%$

处理 Treatment	R/C^2	G/C^3	E/C^4	F/C^5	U/C^6
0L:24D	64.93 ± 0.26	14.36 ± 0.92	0.81 ± 0.02^a	12.65 ± 0.74	7.26 ± 0.14
24L:0D	65.89 ± 0.80	13.17 ± 0.32	0.79 ± 0.05^a	12.73 ± 0.60	7.42 ± 0.05
14L:10D	64.98 ± 0.52	14.55 ± 0.44	1.51 ± 0.10^b	11.67 ± 0.35	7.30 ± 0.06
14D:10L	66.94 ± 1.22	12.99 ± 0.59	1.31 ± 0.22^b	11.82 ± 0.99	6.93 ± 0.10

注:1)同一列中的不同字母表示差异达到显著水平($P<0.05$);2)呼吸能的比例(%)=呼吸能/摄食能;3)生长能的比例(%)=生长能/摄食能;4)蜕皮能的比例(%)=蜕皮能/摄食能;5)粪便能的比例(%)=粪便能/摄食能;6)排泄能的比例(%)=排泄能/摄食能

Note: 1) Values (expressed as mean $\pm$ SE, $n=5$) with different letters in the same column are significantly different from each other ($P<0.05$). 2) R/C (%) = energy for respiration/ energy consumed in food; 3) G/C (%) = energy for growth/ energy consumed in food; 4) E/C (%) = energy for exuvia/ energy consumed in food; 5) F/C (%) = energy for feces/ energy consumed in food; 6) U/C (%) = energy for excretion/ energy consumed in food.

从表2中可以看出:4种光照周期下,中国对虾稚虾用在生长、呼吸、排粪和排泄上的能量比例相近,差异均未达到显著水平($P>0.05$),而用在蜕皮上的能量比例存在一定的差异($P<0.05$)。其中,

0L:24D和24L:0D下,中国对虾用在蜕皮上的能量比例较低,而14L:10D和14D:10L下,中国对虾用在蜕皮上的能量比例较高,相比差异达到显著水平($P<0.05$),而0L:24D和24L:0D,14L:10D和14D

:10L 的差异未达到显著水平($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 光照周期对甲壳动物生长的影响

光照周期对甲壳动物个体发育、幼体的存活率和生长有影响^[10-14],这种影响因种而异,且与个体发育的不同阶段有关。同时,研究亦发现正常的光照条件对维持生物正常的生理功能起十分重要的作用^[15-16]。关于光照周期对甲壳动物幼体发育后期蜕皮和生长的影响也有一些报道。Forster^[17]研究发现连续黑暗能促进锯额长臂虾(*Palaemon serratus*)的生长;Chittleborough^[18]则发现连续黑暗抑制长足龙虾(*Panulirus longipus*)的生长;罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)在完全黑暗^[19]或短光照(6L:18D)^[20]条件下生长较好;Tung Hoang等^[21]的研究发现,墨吉对虾(*Penaeus merguensis*)在7L:5D下的生长比12L:12D快。本研究在实验室条件下,测定了中国对虾稚虾在4种光照周期下的生长。结果表明:在本实验条件下,光照周期对中国对虾稚虾的摄食量(FI)和食物转化效率(FCE)没有影响,对中国对虾用于生长的能量比例没有影响,故对其生长未产生显著的影响。这与Bishop^[22]、Vijayan^[23]和Pan^[24]的研究结果相一致。可见,光照周期对甲壳动物幼体发育后期生长的影响也因种而异。

3.2 光照周期对甲壳动物蜕皮的影响

Aiken^[25]指出光照周期通过影响蜕皮抑制激素(MIH)的合成和释放而影响甲壳动物的蜕皮,长时间光照抑制(*Orconectes virilis*)的MIH的合成和释放,而短光照和持续黑暗则相反;光照周期不影响桃红对虾(*Penaeus duorarum Burkenroad*)^[22]、(*Orconectes nais*)^[26]和东方扁虾(*Thenus orientalis*)^[27]的蜕皮率,却影响蜕皮发生的时间。本实验中,4种光照条件下,中国对虾的蜕皮频率存在一定的差异。其中,与14L:10D和14D:10L相比,0L:24D下对虾的蜕皮频率分别低47.4%和35.2%,而24L:0D则低37.3%和22.7%,且差异达到显著水平($P<0.05$),而0L:24D和24L:0D、14L:10D和14D:10L下对虾的蜕皮频率的差异不显著($P>0.05$)。这说明光照周期通过影响中国对虾的MIH的合成和释放,影响蜕皮频率,这也与中国对虾蜕皮能的分配相一致。0L:24D下,中国对虾用于蜕皮的能量比例比14L:10D和14D:10L分别低46.4%和38.2%($P<0.05$),而24L:0D下则低47.7%和39.7%(P

<0.05),较少的能量用于蜕皮导致较小的蜕皮频率。

一般认为,中国对虾像其他甲壳动物一样,其大小的增加呈阶梯式的,即在蜕皮时快速的生长,蜕皮之后至下一次蜕皮前,大小几乎很少增加^[28]。但黄国强^[29]发现,中国对虾稚虾在较低的摄食水平下,能正常蜕皮,但其每次蜕皮体重增长极低或负增长,说明尽管在对虾的生活史中生长必然伴随蜕皮,但每次蜕皮只为对虾的身体生长提供机会,充足的饵料供应和优良营养条件才能促进对虾的蜕皮增长;Nakatani^[30]发现无眼柄螯虾在间断性投饵条件下,每次蜕皮的头胸甲长度增加比正常投饵的小,表明饵料供应是影响蜕皮后生长的重要因素;Freeman^[31]也认为尽管(*Palaemonetes pugio*)的幼体生长和蜕皮步调一致,但两种生理活动的调节方式是各自独立的;王克行等^[32]认为蜕皮是生长的结果,决不是因蜕皮而引起生长。在本实验中,不同的光照周期下,中国对虾的蜕皮频率存在一定的差异($P<0.05$),但生长未存在差异($P>0.05$)。这说明,蜕皮和生长两种生理活动的调节方式可能是可以相互独立的。

结合笔者有关光照强度和光谱组成对中国对虾生长的影响等研究结果^[6-7],可以认为:在中国对虾的集约化养殖生产中,与光照强度和光谱组成相比,光照周期的选择是次要的。

参考文献:

- [1] 田相利. 变温对中国对虾生长的影响及其生物能量学机制[D]. 青岛:青岛海洋大学,2001.
- [2] 张 颖,董双林. 饵料种类和盐度对中国对虾幼虾能量收支的影响[J]. 大连水产学院学报,2002,17(3):227-233.
- [3] 胡钦贤,陆建生. 中国对虾生长与环境因子关系的初探[J]. 东海海洋,1990,8(2):38-42.
- [4] 武文魁. 渤海幼对虾的摄食习性和蜕壳特性[J]. 海洋学报,1983,5(6):793-807.
- [5] Chen J C, Lin J N, Chen C T, et al. Survival, growth and intermolt period of juvenile *Penaeus chinensis* (Osbeck) reared at different combinations of salinity and temperature[J]. J Exp Mar Biol Ecol., 1996, 204:169-178.
- [6] Wang F, Dong S L, Huang G Q, et al. The effect of light color on the growth of Chinese Shrimp *Fenneropenaeus chinensis* [J]. Aquaculture, 2003, 228: 351-360.
- [7] Wang F, Dong S L, Dong S S, et al. The effect of light intensity on the growth of Chinese Shrimp *Fenneropenaeus chinensis* [J]. Aquaculture, 2004, 234(1/4): 475-483.
- [8] Petrusiewicz K, Macfadyen A. Productivity of Terrestrial Animals;

- Principles and Methods[M]. (IBP Handbook no. 13). Oxford: Blackwell, 1970. 190.
- [9] Lemos D, Phan V N. Energy partitioning into growth, respiration, excretion and exuvia during larval development of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis*[J]. Aquaculture, 2001, 199: 131 - 143.
- [10] Megumi Minagawa. Effects of photoperiod on survival, feeding and development of larvae of the red frog crab, *Ranina ranina* [J]. Aquaculture, 1994, 120: 105 - 114.
- [11] 林小涛, 纪 桑. 光周期条件对罗氏沼虾幼体存活率及体长生长率的影响[J]. 暨南大学学报(自然科学版), 1996, 17(1): 69 - 73.
- [12] 林小涛, 纪 桑, 曹双俊等. 光周期对罗氏沼虾幼体生长及能量收支的影响[J]. 海洋与湖沼, 1998, 29(2): 119 - 127.
- [13] Satoshi Mikami, Greenwood J G. Influence of light regimes on phyllosomal growth and timing of moulting in *Thenus orientalis* (Lund) (Decapoda: Scyllaridae)[J]. Mar Freshw Res, 1997, 48: 777 - 782.
- [14] Caleb Gardner, Maguire G B. Maguire. Effect of photoperiod and light intensity on survival, development and cannibalism of larvae of the Australian giant crab *Pseudoscarinus gigas* (Lamarck) [J]. Aquaculture, 1998, 165: 51 - 63.
- [15] Dalley R. The survival and development of the shrimp *Rangon crangon* (L.) reared in the laboratory under non-circadian light-dark cycles[J]. J Exp Mar Biol Ecol., 1980, 47(2): 101 - 112.
- [16] Dalley R. Effects of non-circadian light/dark cycles on the growth and moulting of *Palaemon elegans* reared in the laboratory [J]. Marine Biology, 1980, 56: 71 - 78.
- [17] Forster J R M, Beard T W. Growth experiments with the prawn, *Palaemon serratus*[J]. British Ministry of Agriculture and Fisheries Investigation Series II, 1973, 27: 1 - 16.
- [18] Chittleborough R G. Environmental factors affecting growth and survival of juvenile western rock lobster, *Panulirus longipes* [J]. Austr J Mar Freshw Res, 1975, 26: 177 - 196.
- [19] Withyachumnarnkul B, Poolsaunguan B, Poolsaunguan W. Continuous darkness stimulates body growth of the juvenile giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* De man [J]. Chronobiology International, 1990, 7(2): 93 - 97.
- [20] Perez Cruz E, Diaz Herrera F, Luna Figueroa J. Effects of unilateral eyestalk ablation and photoperiod on energy budget of *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae) [J]. Rivista Italiana di Acquacultura (Italy), 1995, 30(2): 87 - 91.
- [21] Tung Hoang, Matteo Barchiesi, Lee S Y, et al. Influences of light intensity and photoperiod on moulting and growth of *Penaeus merguensis* cultured under laboratory condition [J]. Aquaculture, 2003, 216: 343 - 354.
- [22] Bishop J M, Herrnkind W F. Burying and molting of pink shrimp, *Penaeus duorarum* (Crustacea: Penaeidae), under selected photoperiods of white light and UV - light [J]. Biological Bulletin, 1976, 150(2): 163 - 182.
- [23] Vijayan K K, Diwan A D. Influence of temperature, Salinity, pH and light on molting and growth in the Indian white Prawn *Penaeus indicus* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) under laboratory condition [J]. Asian Fisheries Science, 1995, 8: 63 - 72.
- [24] Chih-Hung Pan, Yew-Hu Chien, Jin-Hua Cheng. Effects of light regime, algae in the water, and dietary astaxanthin on pigmentation, growth and survival of black tiger prawn *Penaeus monodon* post-larvae [J]. Zoological Studies, 2001, 40(4): 371 - 382.
- [25] Aiken D E. Photoperiod, endocrinology and the crustacean moult cycle [J]. Science, 1969, 164: 149 - 155.
- [26] Rice P R, Armitage K B. The influence of photoperiod on processes associated with molting and reproduction in the crayfish *Oreoneustes naus* (Faxon) [J]. Comp Biochem Physiol, 1974, 47A: 243 - 259.
- [27] Mikami S, Greenwood J G. Influence of light regimes on phyllosomal growth and timing of moulting in *Thenus orientalis* (Lund) (Decapoda: Scyllaridae)[J]. Mar Freshw Res, 1997, 48(8): 777 - 782.
- [28] 陈楠生, 张新正, 刘 恒等译. 对虾生物学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992.
- [29] 黄国强. 中国对虾摄食行为生理生态学的实验研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2003.
- [30] Nakatani I, Ostu T. Relation between the growth and molt interval in the eyestalkless crayfish, *Procambarus clarki*[J]. Compar Biochem Physiol (A), 1981, 68(4): 549 - 553.
- [31] Freeman J A. Molt increment, molt cycle duration, and tissue growth in *Palaemonetes pugio* Holthuis larvae[J]. J Experim Mar Biol Ecol, 1990, 143: 47 - 61.
- [32] 王克行. 虾蟹类增殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 154 - 155.

Effects of photoperiod on the molting and growth of juvenile Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*

WANG Fang, DONG Shuang-lin, DONG Shao-shuai, HUANG Guo-qiang

(Mariculture Research Laboratory, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Light is one of the most important environmental factors that affect the molting and growth of shrimp. The effects of light colour and light intensity on the molting and growth of juvenile Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis* have been investigated while no information for the photoperiod. This paper deals with the effects of photoperiod on the molting and growth of *Fenneropenaeus chinensis*. The shrimps with the initial wet body weight of (0.945 ± 0.005) g ($\bar{X} \pm SE$) were kept in glass aquaria (45 cm $\times$ 30 cm $\times$ 30 cm, water volume of 35L). Each rearing unit was stocked with five shrimp, and shrimp were fed with artificial pellet twice a day under four photoperiods (0L:24D, 24L:0D, 14D:10L and 14L:10D) for 35 days. The separate light treatments (shaded from each other) were held in one room where temperature was controlled in (25.0 ± 0.5) °C by an air conditioner. Water exchanges were made to all treatments at the same time and from the same water source. Aeration was provided continuously and one-half to two-thirds of volume water was exchanged every two to three days in order to keep higher water quality. Seawater used in the experiment was filtered using a sand filter, and salinity was 28 to 30. The results of the experiment were shown that there were no significant difference of the specific growth rate (SGR), food intake (FI) and food conversion efficiency (FCE) among the shrimps under the four photoperiod treatments ($P > 0.05$), while molting frequency (MF) of the shrimps under 14L:10D and 14D:10L were significantly higher than those under 24L:0D and 0L:24D ($P < 0.05$). The photoperiod affected the energy allocation of shrimp in exuviae, so the difference of the molting frequency was significant ($P < 0.05$) while no significantly effect on FI, FCE and the percentages of energy deposited for growth, the growth of the shrimps was not significant among four photoperiod treatments ($P > 0.05$). The relationship between the molting and growth of shrimp were also discussed in this paper. Compared with the effects of light density and light colour on the growth of Chinese shrimp in shrimp intensive culture, the choice of the photoperiod was minor.

Key words: *Fenneropenaeus chinensis*; photoperiod; molting; growth

专题文献服务信息

中国水产科学研究院渔业信息研究中心为了更好地为水产生产、科研和管理服务,针对目前水产业热点、难点问题开发了部分专题信息服务项目,目前可为您提供下列专题文献信息:银鱼、香鱼、公鱼、大菱鲆、鳕、鲑、胭脂鱼、美国大口胭脂鱼、大口鲶养殖、大口鲶病害及防治、大口鲶饵料、大口鲶繁殖苗种培育、海蜇、海参、海胆、羊栖菜、饲料添加剂、鱼药、虾药、AFLP与RAPD技术应用。欢迎广大读者提出您所感兴趣的题目,以便我们随时增加专题项目,提供更好的服务。

网站: www.cafs.ac.cn 信息服务项可查阅文献题录

联系人:邵 萍 电话:010-68673921 E-mail: shp@cafs.ac.cn