

陈春娜,龙治海,陈先均,等.长薄鳅仔、稚鱼摄食节律和日摄食率研究[J].江苏农业科学,2019,47(22):209-212.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.048

# 长薄鳅仔、稚鱼摄食节律和日摄食率研究

陈春娜,龙治海,陈先均,李正一,黄颖颖

(四川省农业科学院水产研究所,四川宜宾 644000)

**摘要:**采用饱满指数法对长薄鳅仔、稚鱼的摄食节律和日摄食率进行研究。结果表明,浮游生活阶段(孵化出膜后第4天和第9天)的长薄鳅仔鱼24 h均有不同程度的摄食,摄食活动主要在白天进行。4日龄仔鱼的摄食高峰出现在15:00,9日龄仔鱼摄食节律出现2个高峰,分别出现在15:00和03:00;随着仔、稚鱼的发育及摄食强度的增强,表现出越来越明显的摄食节律。15日龄后的仔、稚鱼,由浮游生活方式变为底栖生活方式,摄食节律出现较明显趋势,平均饱满指数最高峰出现在03:00,相应的摄食发生率为100%,之后开始降低,表现出明显的夜间摄食习性。4、9、15、19、31、47日龄长薄鳅的日摄食率分别为79.88%、56.16%、32.82%、24.00%、9.92%、4.97%,可以看出,随着仔、稚鱼的发育,日摄食率呈逐渐下降的趋势。

**关键词:**长薄鳅;仔鱼;稚鱼;摄食节律;日摄食率

**中图分类号:**S917 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)22-0209-04

长薄鳅[*Leptobotia elongata* (Bleeker)]属鳅科薄鳅属,是最大的鳅科鱼类,为我国特有鱼类,分布于长江中上游及其支流水域<sup>[1]</sup>,在其生活水域整个生态系统中占有极其重要的位

收稿日期:2018-09-26

基金项目:四川省财政创新能力提升专项资金(编号:2017QNJJ-011)。

作者简介:陈春娜(1981—),女,四川自贡人,硕士,助理研究员,主要从事水产名特优繁育和鱼类生理生化研究。E-mail:hc\_1981\_2001@sina.com。

通信作者:黄颖颖,硕士,副研究员,主要从事长江上游珍稀名优鱼类的移养驯化保护和水产养殖等方面的研究。E-mail:hz\_yli@163.com。

(9):143-151.

[13] Lom J, Haldar D P. Ciliates of the genera *Trichodinella*, *Tripartiella* and *Paratrachodina* (peritricha, mobilina) invading fish gills [J]. *Folia Parasitol*, 1977(24):193-210.

[14] van As J G, Basson L. Trichodinids (Ciliophora: Peritrida) ectoparasites of cultured cichlids from Taiwan [J]. *Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica*, 1986, 25(2):135-139.

[15] Saha B S, Bandyopadhyay P K, Haldar D P. Biodiversity of trichodinid ciliates in freshwater fishes of West Bengal [J]. *Environ Ecol*, 1995(13):814-823.

[16] Lom J. The ciliates of the family ubceolarhdae inhabiting gills of fishes (the trichodinella-group) [J]. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae*, 1963(17):7-19.

[17] Basson L, van As J G, Paperna I. Trichodinid parasites of cichlids and cyprinid fishes of South Africa and Israel [J]. *Syst Parasitol*, 1983(5):245-257.

[18] Al-Rasheid K A S, Ali M A, Sakran T, et al. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some River Nile fish, Egypt [J]. *Parasit Int*, 2000, 49:131-137.

[19] Basson L, van As J G. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora:

置。由于环境的突变,野生长薄鳅的种群数量急剧减少。近年来,长薄鳅受到了越来越多的关注,围绕长薄鳅的驯养繁殖、病害、生理及遗传多样性等方面的研究相继展开<sup>[2-10]</sup>,为长薄鳅的保护和开发奠定了基础。野生长薄鳅在人工环境中存活率很低,人工繁殖的长薄鳅子一代( $F_1$ )代能够较易适应人工环境,但目前在长薄鳅苗种阶段进行的研究非常少,对其在人工养殖环境下的摄食、生长以及生活习性的了解更是匮乏,人工育苗存在一定的盲目性,严重制约了长薄鳅的保护和开发。

不同鱼类的摄食节律不尽相同。鱼类早期摄食生物学的研究与苗种阶段的饵料供应、投喂时间的把握以及养殖环境的优化等方面息息相关,具有非常重要的现实意义。在长薄

Peritrichia) of freshwater fishes of the family Anabantidae from the Okavango River and Delta (Botswana) [J]. *Folia parasitologica*, 2002, 49(3):169-180.

[20] 赵元蓓,唐发辉,唐安科.重庆地区淡水车轮虫研究Ⅰ-小车轮虫、三分虫种类及周丛小车轮虫种群周年动态[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2007,24(1):1-6.

[21] 陈启鑫.青、鲢、鳙、鲮等家鱼寄生原生动物的研究(Ⅲ 寄生鲢鲢的原生动物)[J].水生生物学集刊,1956(2):279-298.

[22] 赵元蓓,姜艳妍,莫西,等.中国鲤科鱼类外寄生车轮虫多样性及区系分布研究[J].内江师范学院学报,2015,30(4):26-33.

[23] 陶燕飞,赵元蓓.寄生于重庆地区鲢及草鱼五种外寄生车轮虫的描述[J].动物分类学报,2006,31(4):748-789.

[24] 姜艳妍,赵元蓓,唐发辉.广西地区罗非鱼外寄生车轮虫的形态分类学及多样性研究[J].四川动物,2015,34(4):584-593.

[25] Basson L, van As J G, Paperna I. Trichodinid parasites of cichlids and cyprinid fishes of South Africa and Israel [J]. *Syst Parasitol*, 1983(5):245-257.

[26] van As J G, Basson L. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of freshwater fishes of the Zambesi River System, with a reappraisal of host specificity [J]. *Syst Parasitol*, 1992(22):81-109.

鳊苗种的培育过程中有 2 个重要时期,一个是开口期,另一个是生态习性转变期,这 2 个时期对长薄鳊苗种的成活具有关键作用,直接关系到育苗工作的成败。本研究对池塘养殖条件下长薄鳊、稚鱼的摄食特性进行分析,旨在了解长薄鳊在早期发育阶段摄食强度昼夜变化的规律,掌握长薄鳊在早期发育阶段的摄食特性,为把握正确投喂时间、投喂量提供参考,为今后在养殖过程中节约生产成本、有效控制环境因子、规模化繁育提供依据,对保护长薄鳊自然资源具有重大意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验鱼为四川省农业科学院水产研究所自行繁殖的长薄鳊  $F_1$  代,孵化水温保持在  $23 \sim 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围内,约经 40 h 仔鱼出膜,初孵仔鱼经  $3 \sim 4\text{ d}$  开口摄食,开口饵料为卤虫无节幼体,后期投喂水蚯蚓。各个阶段、各个时间点均达到饱食投喂量。整个鱼苗培育阶段的水温为  $24 \sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。培育池为规则长方形露天水泥池,坐西向东,面积为  $60\text{ m}^2$ ,每个培育池配有独立的进排水系统,进水口设有过滤网,试验用水为沉淀后的金沙江水。试验用卤虫休眠卵由河北省梅兴县渤海丰年虫卵有限公司生产。本试验中的仔鱼期为  $4 \sim 17$  日龄,为各鳍分化完成,鳞片形成前的鱼苗阶段;稚鱼期为  $19 \sim 47$  日龄,为鳞片形成至外部器官分化完毕,鱼体形似成鱼的鱼苗阶段<sup>[11]</sup>。

### 1.2 试验方法及指标

**1.2.1 摄食节律** 摄食节律是指鱼类在 1 d 当中摄食强度的昼夜变化,主要通过鱼类 1 昼夜摄食发生率、饱满指数的变化来描述。试验分别在长薄鳊孵化出膜后第 4、9、15、19、31、47 日时从长薄鳊育苗池中取样。每次连续取样,时间从 09:00 至次日 09:00,每 3 h 采样 1 次,共采样 8 次,每个时段随机取样 20 尾,各时段均设 3 个平行组,记录水温、天气及饵料密度等因素。先用滤纸吸干鱼体表水分,测定每尾鱼的体长、体质量,观察摄食鱼的尾数。4、9 日龄的仔鱼投喂卤虫无节幼体后,样本在显微镜下解剖,检查并计算每尾仔鱼透明胃肠道中的卤虫无节幼体个数。从第 15 日龄开始投喂水蚯蚓,样本在显微镜下解剖,将其中的食物团取出,称量,求得每个采样时点的肠道饱满指数,再求出日平均饱满指数。试验与生产性育苗同步,在自然条件下进行。

各指标的定义和计算公式如下:

摄食发生率为摄食个体数占测定总个体数的百分比;

$$K = \frac{CDC}{BW} \times 10\ 000;$$

$$Ka = \sum K/8。$$

式中: $K$  为肠道饱满指数; $CDC$  为长薄鳊全消化道内含物绝对质量,g; $BW$  为长薄鳊体质量,g; $Ka$  为日平均饱满指数(即同一天测得各次饱满指数的平均值)。全消化道内含物的称量方法如下:解剖取出整个消化道,剥离消化道上黏连的脂肪和肠系膜,用吸水纸吸干水分后称湿质量,挤出消化道内食物,称量空消化道质量(精确到  $0.000\ 1\text{ g}$ ),2 个质量之差即为全消化道内含物质量。

**1.2.2 仔、稚鱼消化时间测定** 消化时间采用单独试验在单一的烧杯中进行。样本分别在长薄鳊出膜后第 3、8、14、20、30、46 天采集,放到烧杯中,饥饿 24 h 后确保仔、稚鱼肠道排

空,然后饱食投喂饵料,当所有仔、稚鱼的肠道都充满后,仔、稚鱼脱离饵料进行消化时间的测定。每隔  $0.5\text{ h}$  取出 5 尾鱼,解剖观察胃肠内含物消化情况,直至肠道排空,记录消化道内食物的排空时间,作为仔、稚鱼不摄食时的消化时间。

**1.2.3 日摄食率的测定** 由同一日中测得的试验鱼各次饱满指数的平均值推算出日平均饱满指数,根据以下公式求出日摄食率。

$$Kd = 24 \times Ka/T。$$

式中: $Kd$  为日摄食率,即单位体质量鱼的日摄食量,用占体质量的百分比表示,%; $Ka$  为日平均饱满指数; $T$  为消化时间,h。

### 1.3 数据处理与分析

所有试验数据均用 Excel 2016 进行处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 摄食的昼夜节律

本试验对长薄鳊仔、稚鱼的昼夜摄食节律进行了 6 次观测,观测时间分别为仔鱼前期(4 d)、仔鱼中期(9 d)、仔鱼后期(15 d)、稚鱼前期(21 d)、稚鱼中期(31 d)和稚鱼末期(47 d)。长薄鳊仔、稚鱼的摄食节律通过检查摄食发生率和饱满指数确定,结果见图 1 和图 2,可以看出,长薄鳊在仔、稚鱼阶段的摄食呈现一定节律性。孵化后 4 d 的仔鱼为刚开口摄食的仔鱼,24 h 均有不同程度的摄食,摄食发生率为  $35\% \sim 70\%$ ,平均饱满指数在 15:00 出现最大值,此外在 03:00 也出现 1 次小的摄食高峰。孵化后 9 d 的仔鱼,全天摄食,摄食发生率达  $95\%$  及以上,平均饱满指数 1 昼夜出现 2 个高峰,主峰出现在 15:00,次峰出现在 03:00。孵化后 15 d 的仔鱼,24 h 内平均饱满指数出现明显变化,1 昼夜出现 1 个摄食高峰,为 03:00,相应的摄食发生率最高峰也出现在 03:00,之后开始降低。孵化后 19 d 的稚鱼,白天摄食发生率有所下降,从 21:00 开始,摄食活动增加,到 03:00 时,摄食发生率达最大值,为  $100\%$ ,24 h 内的平均饱满指数变化规律与摄食发生率相似,03:00 达到其最大值。孵化后 31 d 的稚鱼摄食活动白天降低,夜晚相对活跃,00:00 和 03:00 的摄食发生率都达到了  $100\%$ ,平均饱满指数最高峰出现在 03:00。孵化后 47 d 的稚鱼白天摄食活动弱,12:00—15:00 期间几乎不摄食,夜间摄食活跃,00:00 和 03:00 的摄食发生率均为  $100\%$ ,平均饱满指数最高峰出现在 03:00。由图 2 - c 至图 2 - f 可以看出,在 00:00—03:00 时间段内,15、19、31、47 日龄长薄鳊仔、稚鱼摄食活跃,在此时间段的摄食发生率一直都在  $90\%$  及以上,平均饱满指数也在 03:00 达到最大值。

### 2.2 长薄鳊仔、稚鱼的日摄食率

由表 1 可知,4、9、15、19、31、47 日龄长薄鳊的日摄食率分别为  $79.88\%$ 、 $56.16\%$ 、 $32.82\%$ 、 $24.00\%$ 、 $9.92\%$ 、 $4.97\%$ ,其消化食物的时间随着日龄、体质量的增加而延长,日摄食率随着日龄、体质量的增加而逐渐下降。

## 3 讨论与结论

鱼类的摄食节律是在长期的演化过程中,对光照、温度、溶氧、饵料等生态因子的周期性变动的一种主动适应,在自然条件下,许多鱼类的仔、稚鱼摄食表现出明显的昼夜节律性变

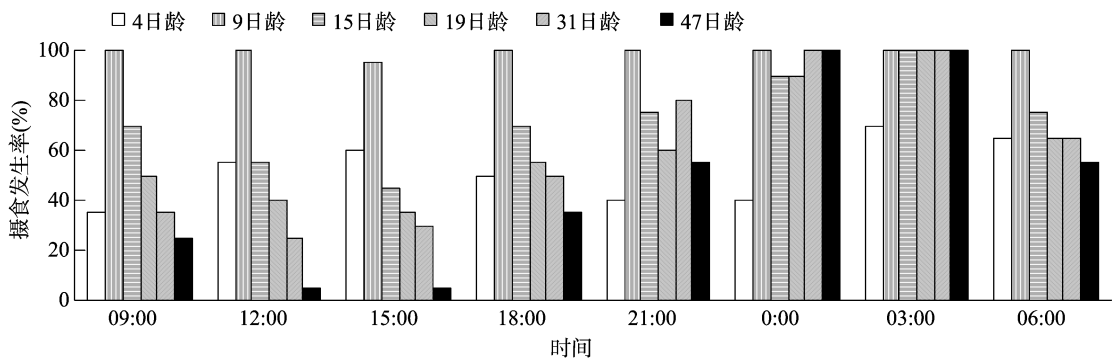


图1 长薄鳅早期发育阶段的昼夜摄食发生率

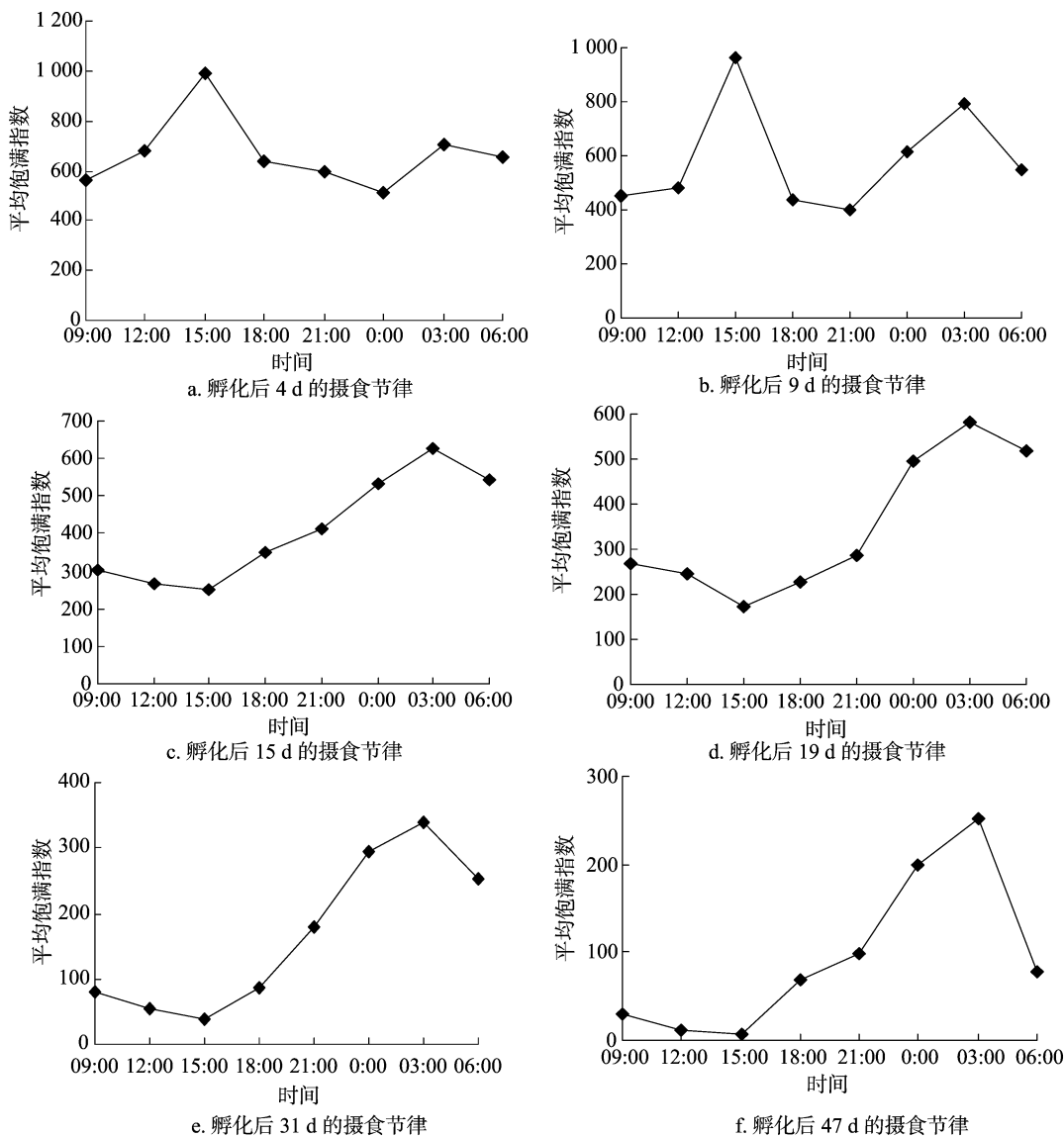


图2 长薄鳅早期发育阶段的昼夜摄食节律

化<sup>[12-14]</sup>。Helfman 将鱼类的摄食节律分成了 4 种,分别为夜间摄食、白天摄食、晨昏摄食以及无明显节律<sup>[15]</sup>。研究表明,以视觉为主的鱼类白天摄食强度大于夜晚,以视觉以外的其他感觉器官为主的则刚好相反<sup>[16]</sup>,如美洲西鲱仔、稚鱼主要是在白天摄食,在夜间基本不摄食<sup>[17]</sup>;云斑尖塘鳢仔鱼则呈

现较明显的夜间摄食规律<sup>[18]</sup>。同一种鱼类在生长发育的不同阶段也会呈现出不同的摄食节律,如泥鳅仔鱼在浮游生活阶段的摄食活动主要发生在白天,而进入底栖生活阶段后,其稚鱼的摄食节律转为以夜间摄食为主<sup>[19]</sup>。本研究中长薄鳅早期生活史阶段可被明显分为 2 部分,即浮游生活阶段和底

表 1 长薄鰕仔稚鱼的日摄食率

日龄 (d)	平均体长 (mm)	平均体质量 (g)	消化时间 (h)	日平均饱满指数	日摄食率 (%)
4	5.87 ± 0.16	0.005 1 ± 0.000 6	2.0	665.64	79.88
9	11.57 ± 0.91	0.014 4 ± 0.000 5	2.5	584.97	56.16
15	18.22 ± 1.97	0.116 2 ± 0.002 5	3.0	410.27	32.82
19	23.80 ± 1.01	0.153 6 ± 0.001 8	3.5	350.04	24.00
31	35.14 ± 0.54	0.606 5 ± 0.005 1	4.0	165.34	9.92
47	45.95 ± 0.34	0.924 3 ± 0.044 5	4.5	93.26	4.97

栖生活阶段。本研究发现,浮游生活阶段的长薄鰕仔鱼 24 h 均有不同程度的摄食,原因可能是因为初孵仔鱼个体小,摄食量少,消化时间短,需要不断摄食补充能量,长薄鰕仔鱼前期、中期喜生活在水体的中上层,摄食高峰出现在白天,此时期摄食节律的变化可能与视觉优先发育有关;而至 15 日龄后的仔、稚鱼,由浮游生活阶段转为营底栖生活,个体增大,摄食量也变大,口由端位变成亚下位,须的出现及侧线系统的形成<sup>[11]</sup>、摄食相关器官的进一步发育以及摄食机制的建立,使仔鱼的摄食机能得以不断完善,其摄食节律的变化可能主要依靠触觉及侧线系统,此时期的仔、稚鱼表现出明显的夜间摄食习性。但究竟何种感觉器官在长薄鰕仔、稚鱼的摄食中起关键作用,还有待进一步研究。

日摄食率为单位体质量的鱼每日的相对摄食量,即 1 d 中摄食的饵料占其体质量的百分比。根据日摄食率可估算出鱼的日摄食量。在养殖生产中掌握鱼类的摄食节律和日摄食率,能够科学指导投喂,确定最佳投喂时间和最适投喂量,避免饵料浪费,促进苗种的健康和快速生长发育。根据本试验的研究结果,在内塘养殖条件下,长薄鰕在早期发育阶段日摄食率随日龄增加而逐渐降低,因此在长薄鰕苗种培育过程中,刚开口阶段日投饵量至少应约占鱼体质量的 79%,且须保持 24 h 内的饵料充足,后期则应根据各阶段的日摄食率确定投喂量,在 21:00—03:00 之间保证有充足饵料,其余时间则可以减少饵料投喂量,从而提高饵料利用效率,减少饵料浪费和水体污染。

参考文献:

[1] 丁瑞华. 四川鱼类志[M]. 成都:四川科学技术出版社,1994: 105—106.  
[2] 邹桂伟,罗相忠,胡德高,等. 长薄鰕耗氧率与窒息点的研究[J]. 湖泊科学,1998,10(1): 49—54.  
[3] 梁银铨,胡小建. 长薄鰕人工繁殖技术的研究[J]. 水生生物学报,2001,25(4): 422—424.  
[4] 殷江霞. 长薄鰕的性腺发育和生殖细胞的发生[D]. 重庆:西南大学,2006:23—29.

[5] 赵刚,周剑,杜军,等. 长薄鰕(*Leptobotia elongata*)线粒体 DNA 控制区遗传多样性研究[J]. 西南农业学报,2010,23(3): 930—937.  
[6] 黄颖颖,陈春娜. 长薄鰕九江头槽绦虫病治疗一例[J]. 科学养鱼,2011(9): 59—60.  
[7] 黄颖颖,陈春娜,龙治海,等. 野生长薄鰕驯化注意事项[J]. 科学养鱼,2011(11): 34.  
[8] 王志坚,殷江霞,张耀光. 长薄鰕的卵巢发育和卵子发生[J]. 淡水渔业,2011,41(4): 32—39.  
[9] 刘光迅. 长薄鰕(*Leptobotia elongata*)野生资源分布及其种群遗传多样性研究[D]. 雅安:四川农业大学,2012:41—43.  
[10] 田辉伍,段辛斌,汪登强,等. 长江上游长薄鰕 *Cytb* 基因的序列变异与遗传结构分析[J]. 淡水渔业,2013,43(6): 13—18,28.  
[11] 梁银铨,胡小建,虞功亮,等. 长薄鰕仔稚鱼发育和生长的研究[J]. 水生生物学报,2004,28(1): 96—100.  
[12] Davis R E. Daily rhythm in the reaction of fish to light[J]. Science,1962,137(3528): 430—432.  
[13] Ma A J, Liu X Z, Xu Y J, et al. Feeding rhythm and growth of the tongue sole, *Cnoglossus semilaevis* Günther, during its early life stages[J]. Aquaculture Research,2006,37(6): 586—593.  
[14] Wang Y J, Hu M H, Wang W M, et al. Transpositional feeding rhythm of loach *Misgurnus anguillicaudatus* from larvae to juveniles and its ontogenesis under artificial rearing conditions[J]. Aquaculture International,2008,16(6): 539—549.  
[15] Helfman G S. Fish behaviour by day, night and twilight[M]// Pitcher T J. The behaviour of teleost fishes. London: Croom Helm, 1986:366—387.  
[16] 梁旭方,何大仁. 鱼类摄食行为的感受基础[J]. 水生生物学报,1998,22(3): 278—284.  
[17] 高小强,洪磊,刘志峰,等. 美洲西鲱仔鱼不可逆点及仔、稚鱼摄食特性研究[J]. 水产学报,2015,39(3): 392—400.  
[18] 廖志洪,林小涛,王春,等. 云斑尖塘鳢仔鱼摄食节律的研究[J]. 生态科学,2005,24(3): 240—242.  
[19] 李水林,龚超,劳顺建,等. 泥鳅仔鱼的日摄食节律试验[J]. 现代农业科技,2015(1): 278—279.