

研究简报

# 光照对牙鲆胚胎及10日龄内 仔鱼生长和发育的影响

## THE INFLUENCE OF LIGHT ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF EMBRYO AND LARVAE OF OLIVE FLOUNDER BY TENTH DAY

王迎春 苏锦祥 孙琼鹏

(上海水产大学, 200090)

周勤 唐晓宇

(中国水产科学研究院北戴河中心实验站, 066100)

Wang Ying-chun, Su Jing-xiang  
and Sun Qiong-pen

(Shanghai Fisheries University, 200090)

Zhou Qin and Tang Xiao-yu

(Beidaihe Central Experiment Station  
of CAFS, 066100)

**关键词** 光照, 牙鲆, 胚胎, 仔鱼, 生长发育

**KEYWORDS** light, olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, embryo, larva, growth and development

光照对鱼类胚胎发育及开口期前后仔鱼的生长、发育及摄食等有重要影响,不同种类鱼的胚胎发育需要不同的光照条件[殷名称,1995]。仔鱼孵出后的10日龄内包括了卵黄囊期、混合营养期和开口摄食期等时期,因此这段时间是仔鱼生长和发育的一个关键时期。视觉是仔鱼摄食的唯一感觉,因此光照条件对仔鱼的摄食、生长及发育有重要的影响。有关牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)仔鱼对光照条件的要求亦曾有过一些报道[吴光宗,1993;日本水产资源保护协会,1984;徐恭昭,1987],但不同报道相差较大,且未见光照对牙鲆10日龄内仔鱼生长和发育影响的报道。我们进行了光照对牙鲆胚胎孵化及10日龄内牙鲆仔鱼生长、发育影响的研究,并探讨了牙鲆胚胎及仔鱼所需的适宜光照条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验于1996年5月在中国水产科学研究院北戴河中心实验站进行,胚胎发育实验所需受精卵为人工养殖牙鲆所产,在解剖镜下选取发育至原肠早期的胚胎用于实验。仔鱼生长实验所用仔鱼为人工育苗池中随机抽取的初孵仔鱼。实验期间水温为14.5—15.5℃,pH 8.0—8.3,盐度为30.2。仔鱼饵料为小球藻和鲜酵母混合培育的褶皱臂尾轮虫。

### 1.2 方法(分组与测定)

胚胎及仔鱼实验分组均分4个光照梯度组,Ⅰ组为4000—6000 lx,Ⅱ组为400—600 lx,Ⅲ组为40—60 lx,Ⅳ组为全黑暗。光照度计为上海学联仪表厂生产的JD-1A型,光源采用2只40W荧光灯。实验期间每天光照时间为6:00—18:00。

胚胎孵化率及孵化时间的测定。孵化容器为400 ml 方缸,每缸放入30粒发育完好的原肠早期胚胎,计每缸孵出的仔鱼数,由此计算各光照梯度组的孵化率,记录每组50%及100%仔鱼孵出的时间。另对各组初孵仔鱼测定体长与体高,在放大20倍的投影仪上测定,方法与测定10日龄仔鱼时相同。

10日龄内仔鱼生长的测定。采用4500 ml 水族箱,每箱放入初孵仔鱼200尾;采用微充气;开口后每天投喂轮虫2—3次,密度为5个/ml;每天吸污一次,换水两次,每次换1/3。自仔鱼孵出后每隔2—3天从各组随机抽取15—20尾仔鱼,在放大20倍的投影仪上测定体长与体高,为避免仔鱼饱食与饥饿时体高的误差,选取体腔最后端体高进行测定。

## 2 结果

(1)由表1可见在400—600 lx 光照度下牙鲆胚胎的孵化率最高,为96.7%,低于或高于400—600 lx,孵化率均降低;在4000—6000 lx 光照度下孵化率最低,为43.3%;在全黑至6000 lx 范围内随光照度的升高,50%和100%仔胚孵出的时间也减少,说明强的光照度可缩短仔胚的孵出时间。对不同光照度下牙鲆初孵仔鱼的体长与体高测定结果见表1,方差分析结果表明:在不同光照度下初孵仔鱼的体高间无显著差异( $P>0.05$ ),说明初孵仔鱼的体高不受胚胎发育期间光照条件的影响;初孵仔鱼的体长间有极显著的差异( $P<0.01$ ),说明初孵仔鱼的体长受胚胎发育期间光照条件的影响。各组初孵仔鱼体长间的 Duncan 多范围检验见表2,由表中可见:Ⅰ组与Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组间有极显著差异;Ⅳ组与Ⅱ组、Ⅲ组有显著差异;而其余各组间无显著差异,说明在胚胎发育期间受到的光照度越弱,则初孵仔鱼的体长越大,全黑暗条件下初孵仔鱼的体长明显大于有光照的各组。经分析后认为,牙鲆胚胎发育过程中较适宜的水中光照度为40—600 lx,最适宜的光照度为400—600 lx。

(2)据观察各组仔鱼均在3日龄时开口并建立巡游模式;6日龄时卵黄耗尽,但油球可残留较长时间。10日龄内牙鲆仔鱼体长及体高的生长曲线见图1与图2,由图中可见:各组仔鱼在3日龄内体长及体高的增长均较快,3日龄后则变慢;各组仔鱼在7日龄内生长基本相同,7日龄后除全黑暗组以外,有光照的各组仔鱼的体长与体高增长均加快,各组间在生长上表现出差异。对10日龄时各群体长及体高进行了方差分析,结果表明:各群体长间存在极显著差异

表1 不同光照度对牙鲆胚胎孵化的影响

Tab. 1 Effect of different light intensities on embryonic hatching of *P. olivaceus*

组别	孵化率 (%)	50%仔鱼孵出时间 (h)	100%仔鱼孵出时间 (h)	初孵仔鱼体长 (mm)	初孵仔鱼体高 (mm)
全黑暗 (IV)	73.3	51.5	70	2.803±0.046	0.131±0.006
40-60 lx (III)	93.3	51.5	70	2.735±0.079	0.133±0.007
400-600 lx (II)	96.7	48	67	2.725±0.053	0.134±0.007
4000-6000 lx (I)	43.3	39.5	60	2.606±0.050	0.132±0.005

表2 不同光照条件下初孵牙鲆仔鱼间体长 Duncan 多范围检验表

Tab. 2 Duncan New Multiple Range Test of body length between different groups of newly hatched larval *P. olivaceus*

K	2	3	4	I	II	III
SSR <sub>0.01</sub>	3.89	4.06	4.16	IV	0.197**	0.078*
LSR	0.0749	0.0782	0.0801	III	0.129**	0.010
SSR <sub>0.05</sub>	2.89	3.04	3.12	I	0.119**	
LSR	0.0556	0.0585	0.0601			

( $\bar{x}_I = 2.606; \bar{x}_{II} = 2.725; \bar{x}_{III} = 2.735; \bar{x}_{IV} = 2.803$ )

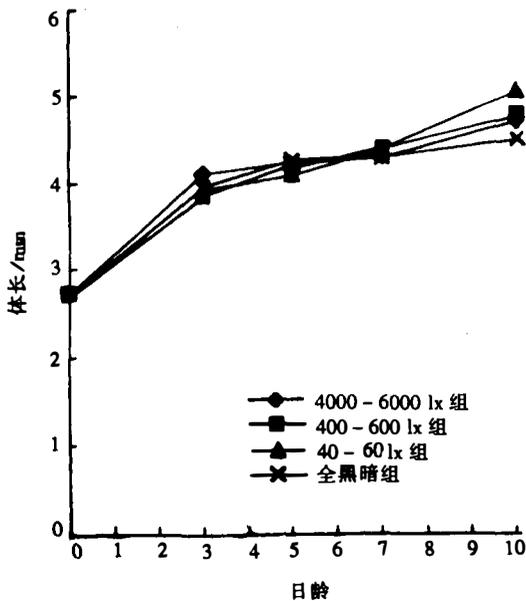


图1 不同光照度对10日龄内牙鲆仔鱼体长的影响  
Fig. 1 Effect of different light intensities on body length of larval *Paralichthys olivaceus* within ten days after hatching

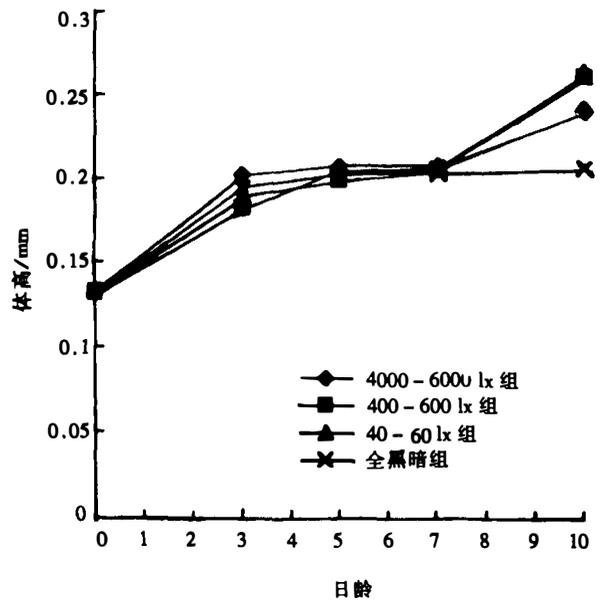


图2 不同光照度对10日龄内牙鲆仔鱼体高的影响  
Fig. 2 Effect of different light intensities on body height of larval *Paralichthys olivaceus* within ten days after hatching

( $P < 0.01$ ); 各组仔鱼间体高亦存在极显著差异 ( $P < 0.01$ )。说明光照对牙鲆开口期仔鱼体长及体高的生长有极显著的影响。10日龄时各组体长间的 Duncan 多范围检验见表3, 由表中可

见Ⅱ组与Ⅰ组的体长之间存在极显著差异,Ⅱ组与Ⅲ组、Ⅳ组间存在显著差异,其余各组间无显著差异,说明10日龄时在40—60 lx光照度下,牙鲆仔鱼的体长生长最好。10日龄时各组体高间的 Duncan 多范围检验见表4,由表中可见Ⅰ组与Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组间存在极显著差异,而Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组之间无显著差异,说明10日龄时在全黑条件下,牙鲆仔鱼的体高生长最差。

表3 10日龄时各组牙鲆仔鱼间体长 Duncan 多范围检验表

Tab. 3 Duncan New Multiple Range Test of body length between different groups of larval *P. olivaceus* on tenth day

K	2	3	4	I	IV	II
SSR <sub>0.01</sub>	3.89	4.06	4.16	I	0.565**	0.355* 0.285*
LSR	0.375	0.3913	0.401	II	0.280	0.070
SSR <sub>0.05</sub>	2.89	3.04	3.12	IV	0.210	
LSR	0.2206	0.2930	0.3007	(x̄ <sub>I</sub> = 4.723; x̄ <sub>II</sub> = 4.793; x̄ <sub>III</sub> = 5.078; x̄ <sub>IV</sub> = 4.513)		

表4 10日龄时各组牙鲆仔鱼间体高 Duncan 多范围检验表

Tab. 4 Duncan New Multiple Range Test of body height between different groups of larval *P. olivaceus* on tenth day

K	2	3	4	I	IV	II
SSR <sub>0.01</sub>	3.89	4.06	4.16	I	0.057**	0.022 0.002
LSR	0.0327	0.0342	0.0350	II	0.055**	0.02
SSR <sub>0.05</sub>	2.89	3.04	3.12	IV	0.035**	
LSR	0.0243	0.0256	0.0262	(x̄ <sub>I</sub> = 0.241; x̄ <sub>II</sub> = 0.261; x̄ <sub>III</sub> = 0.263; x̄ <sub>IV</sub> = 0.206)		

(3)对10日龄时各组仔鱼观察发现,4000—6000 lx组消化道内轮虫不多,仔鱼对外界刺激反应较差,活动力不强,多在水底,存活率60%左右;400—600 lx组仔鱼的消化道内充满轮虫,活动力强,对外界刺激反应灵敏,各水层中均有,但底层稍多些,存活率80%左右;40—60 lx组消化道内充满轮虫,活动力强,对外界刺激反应灵敏,在各水层中均匀分布,存活率75%左右;全黑组有70%左右个体空腹,30%左右个体消化道中有1—2个轮虫,活动力不强,多在水面活动,部分个体虚弱无力,头朝下悬垂于水中,存活率50%左右,体色素明显少于其它各组。

综合分析10日龄内各组仔鱼体长与体高的生长、活动、摄食及存活,我们认为对10日龄内牙鲆仔鱼较适宜的水中光照度是40—600lx。

### 3 讨论

(1)多数浮性卵需在光线充足的条件下才能正常发育,如果置于黑暗中则会延缓发育[殷名称,1995]。牙鲆产浮性卵,本实验中发现牙鲆胚胎确实需要在一定的光照度下才能正常发育,这个适宜的光照度范围为水中40—600 lx,徐恭昭[1987]曾提及牙鲆胚胎孵化所需光照度为2500—3000 lx,但未说明这个照度是水中还是水面的,据本实验,上述照度无论是水中还是水面对牙鲆胚胎正常发育均显得高了一些,会降低胚胎孵化率。据对牙鲆仔鱼孵出前后的观察

发现强光照可刺激胚胎活动,光照度越强,胚胎活动频繁越有力,破膜的机会也越多,孵化时间也就相应缩短;在全黑暗条件下仔胚出膜时间则明显延长,造成初孵仔鱼的体长明显大于有光照的各组。不同光照条件对鱼类胚胎发育的影响还有待于深入研究,以揭示其原因。

(2)牙鲆仔鱼在3日龄内是内源性营养,完全由卵黄供给生长所需物质和能量,营养充足而全面,受外界影响减少,且仔鱼活动不多,消耗较少,因此各组生长均较快且差不多。3日龄至6日龄间为混合营养,仍有部分卵黄供应,但内源营养所占比例越来越小,外源营养所占比例越来越大,这时仔鱼消化系统的结构和机能发育很不完善,对所摄食饵料中营养物质消化吸收利用水平不高,而这时仔鱼摄食等活动耗能增加,因此生长变慢,但由于该阶段各组营养情况基本相同,所以各组仔鱼在生长上未表现出差异。7日龄后为外源营养,摄食的饵料为仔鱼的唯一营养来源,而视觉是仔鱼开口期摄食的唯一感觉。由于在不同光照度下仔鱼的视觉器官和视觉功能发育不同以及在不同光照度下仔鱼对饵料的视觉反应不同,导致了不同光照度下仔鱼摄食上的差异,因而造成各组仔鱼在生长上表现出差异。

(3)仔鱼摄食的临界光照度是0.1 lx,最好保持在100—500 lx,但勿超过1000 lx[殷名称,1995],在本实验中所测定牙鲆开口期仔鱼的适宜水中光照度40—600 lx包含了上述适宜光照度,但较其范围更大些。从牙鲆仔鱼消化道中看到饵料的个体出现时,这时水池水面的光照度为18—25 lx,平均21.4 lx[日本水产资源保护协会,1984],亦即牙鲆仔鱼摄食的临界光照度在18—25 lx,这个值远远高于一般鱼类仔鱼摄食的临界光照度0.1 lx,可见牙鲆开口期前后仔鱼适宜光照度的下限很接近其摄食临界光照度。徐恭昭[1987]曾提及牙鲆仔鱼期水面光照度控制在1万 lx以下,该范围太大且模糊,其中包含了对牙鲆仔鱼有害的强光和弱光;秋田县栽培渔业中心测定牙鲆仔鱼期适宜光照度为500—2500 lx[日本水产资源保护协会,1984],对牙鲆开口期仔鱼来说该范围似乎偏大一些;吴光宗[1993]认为开口期仔鱼的适宜水面光照度应保持在200—400 lx,这在本实验所测定的适宜光照度范围之内。在全黑暗条件下仔鱼几乎不摄食,故生长最差,死亡率最高。在过强的光照度下,仔鱼虽能较好摄食,但由于仔鱼处于高度活动状态,消耗过多,因此生长较差,死亡率较高,且摄食强度反低于适宜光照度下的。由此可见强光对牙鲆开口期仔鱼是一种有害的刺激,在开口期前后仔鱼消化系统的结构与机能都很不完善、摄食能力较低、营养供应较差的情况下,尤其应注意不可采用强的光照度,在强光照下仔鱼的活动耗能增加而减少了用于生长部分的营养;应让仔鱼在较弱但能满足摄食需要的光照度下活动,这样耗能就较少,摄取的营养可主要用于生长。我们认为光照条件除影响仔鱼的活动和摄食外,可能还影响仔鱼的新陈代谢水平及内分泌,这有待于进一步研究。

本研究为国家自然科学基金资助项目,编号:39470556。

## 参 考 文 献

- [1] 吴光宗,1993.牙鲆早期阶段存活率的研究.海洋科学,(10):391.
- [2] 徐恭昭,1987.海水鱼类增殖学,391—392.山东科技出版社(济南).
- [3] 殷名称,1995.鱼类生态学,138,143.农业出版社(京).
- [4] 日本水产资源保护协会,1984.北部日本海ブロックにおけるヒラメ种苗生产技术的现状.水产增殖业书(No. 33), 27—108.石崎书店(东京).