

文章编号 : 1004 - 7271(2004) 01 - 0030 - 06

牙鲆仔鱼在混合饵料期的摄食能力及饵料选择性

龚小玲, 鲍宝龙, 苏锦祥

(上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘 要 研究了牙鲆仔鱼在轮虫、卤虫无节幼体混合饵料期的摄食能力及饵料选择性指标。结果表明, 在开口后的第 8 天、第 10 天、第 11 天以轮虫为喜好性饵料, 且最适的密度为 10 ind/mL。在开口后第 10 天对卤虫无节幼体开始有了一定的摄食能力, 在开口后的第 13 天以后以卤虫无节幼体作为喜好性饵料; 在开口后第 15 天开始放弃对轮虫的选择, 可以以卤虫无节幼体作为唯一的食物来源; 在轮虫、卤虫无节幼体混合饵料期, 轮虫的最适密度是 7 ~ 10 ind/mL, 卤虫无节幼体的最适密度是 5 ~ 7 ind/mL。

关键词 牙鲆; 仔鱼; 轮虫; 卤虫无节幼体; 混合饵料期; 摄食能力; 饵料选择性

中图分类号 S963.1 文献标识码: A

The feeding ability and selectivity of food of *Paralichthys olivaceus* larvae at the mixed food stage

GONG Xiao-ling, BAO Bao-long, SU Jin-xiang

(College of Aqua-life science and technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract : The feeding ability and selectivity of food of *Paralichthys olivaceus* larvae at the mixed food stage were : the rotifer was the preference food on the 8th, 10th and 11th days after *Paralichthys olivaceus* larvae opening mouth and the optimal density was the 10 ind/mL. On the 10th day, *Paralichthys olivaceus* larvae had the ability to feed on nauplii of *Artemia* to some degree. On the 13th day, *Paralichthys olivaceus* larvae regarded nauplii of *Artemia* as preference food. At the 13th day, *Paralichthys olivaceus* larvae started to give up rotifer, and could take nauplii of *Artemia* as the only food. At the mixed food stage of rotifer and nauplii of *Artemia*, the optimal rotifer and nauplii of *Artemia* densities should be 7 ~ 10 ind/mL and 5 ~ 7 ind/mL, respectively.

Key words : *Paralichthys olivaceus*; larvae; rotifer; nauplii of *Artemia*; mixed food stage; feeding ability; selectivity of food

牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 仔鱼早期发育阶段, 从开口的第 1 天起, 一般要经历“轮虫→轮虫与卤虫无节幼体混合投喂→卤虫无节幼体→卤虫无节幼体与卤虫成虫混合投喂”等几个饵料阶段^[1], 这也是一般鱼类在早期发育阶段所要经历的饵料阶段^[2]。在从一种饵料转换到另一种饵料混合投喂的时候, 各饵料投喂时间、投喂量对仔鱼的存活、生长有着相当大的影响, 一旦投喂时间和量不适合, 就会造成仔鱼

的大批死亡,或影响存活下来个体的后期发育^[3]。我们可以将 Ivlev 饵料选择性指标^[4-6]应用于牙鲆仔鱼的轮虫与卤虫无节幼体混合饵料期,目的在于既不影响仔鱼的发育,也不造成饵料的浪费,从而为牙鲆人工育苗确定最适的饵料投喂时间和投喂量提供理论依据,也为其他鱼类在混合饵料期的摄食能力及饵料选择性研究提供一种新的思路和方法。

1 材料和方法

1.1 仔鱼的来源及饲养

本实验在中国水产科学研究院北戴河中心实验站进行。牙鲆亲鱼人工饲养,自然产卵,卵浮性,卵在 400L 透明有机玻璃缸中孵化,两天后孵出的仔鱼开口。在开口第一天即投喂褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*),密度 10~12 ind/mL,到开口后的第 10 天开始投喂卤虫无节幼体,进入轮虫、卤虫无节幼体混合饵料期,轮虫密度 7~10 ind/mL,卤虫无节幼体密度 5~8 ind/mL。饲养期间,牙鲆仔鱼温控均在 18.5~20.0℃,盐度为 30~33,海水经安全系统过滤,随仔鱼日龄的增加,饲养大缸中的日换水量由 1/5 增至 4/5。

1.2 牙鲆仔鱼摄食能力和饵料选择性分析

1.2.1 实验设计

随机从饲养大缸中取出一批仔鱼,让其饥饿 12h 后,将仔鱼分别放盛 800 mL 海水的烧杯中,各杯中仔鱼均为 20 尾,2h 后取出、麻醉,逐尾在解剖镜下检查肠道中的轮虫、卤虫无节幼体数。在开口后的第 8 天和第 10 天,设有单独投喂轮虫或卤虫无节幼体实验,轮虫设有 1、3、5、7、10、15、30 ind/mL 7 个密度组,卤虫无节幼体密度设有 10 ind/mL 一个密度组。根据第 8 天和第 10 天的实验结果,第 11、13、15、17 天设有轮虫和卤虫无节幼体混合投喂实验,实验组别有 1、2、3、4、5、6 六个,它们的饵料组成分别为(轮虫 10 + 卤虫无节幼体 0.5) ind/mL、(轮虫 9 + 卤虫无节幼体 1) ind/mL、(轮虫 7 + 卤虫无节幼体 3) ind/mL、(轮虫 5 + 卤虫无节幼体 5) ind/mL、(轮虫 3 + 卤虫无节幼体 7) ind/mL、卤虫无节幼体 10 ind/mL,实验设有平行组和空白对照组。

1.2.2 摄食能力

平均摄食量指解剖肠道中总的轮虫或卤虫无节幼体个数与解剖的总肠道数的比值,平均空肠率指仔鱼的空肠数与总解剖的肠道数的比值,即平均摄食量(个/尾) = 总摄食饵料轮虫(或卤虫无节幼体)数 / 解剖仔鱼数,平均空肠率 = 空肠数 / 总解剖的肠道数。

1.2.3 饵料选择性指标

饵料选择系数可以用来说明鱼类对食饵的喜好性,它的大小由食物组成中某一食饵百分比与饵料基础中该食饵所占的百分比所决定的。饵料选择性指标采用计算公式 $E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$,式中 E —— 指选择指数, r_i —— 食物中某一成份的百分数, p_i —— 饵料基础中同一成份的百分数。 $E > 0$ 表示有选择性, $E = 0$ 表示无选择性,为随机摄取, $E < 0$ 表示对该饵料生物不喜好。

2 结果

表 1 列出了牙鲆仔鱼开口后第 8、10 天在不同密度饵料轮虫下的摄食量,在轮虫密度不大于 10 ind/mL 的情况下,随饵料轮虫密度的增加,仔鱼的平均摄食量基本上也在增加,而在轮虫密度超过 10 ind/mL 反有所下降。除空白对照组外,在饵料轮虫密度为 1 ind/mL 时,空肠率最高,分别为 27.5%、25%。在各实验组中,开口后第 8 天均有未摄食的仔鱼出现,而到了第 10 天,除在饵料轮虫密度为 1 ind/mL 外,其它组别均无未摄食轮虫的仔鱼出现。第 10 天开始设有单独投喂卤虫无节幼体的组别,密度为 10 ind/mL,在该组别受试仔鱼中,平均空肠率为 20%,平均摄食卤虫无节幼体 4.46 个/尾,解剖肠道发现,大部分仔鱼充塞度不高,表明仔鱼在开口后的第 10 天已具有一定的摄食卤虫无节幼体的能力,但卤虫无节幼体不一定是它喜好的食物。

表 1 牙鲆仔鱼开口后第 8、10 天在不同密度饵料轮虫下的摄食情况

Tab.1 The feedings of *P. olivaceus* larvae on 8th and 10th days after opening mouth that fed in different rotifer densities

轮虫密度(ind/mL)	第 8 天		第 10 天	
	平均摄食(个/尾)	平均空肠率%	平均摄食量(个/尾)	平均空肠率%
空白对照	0	100	0	100
1	0.92	27.50	1.08	25
3	5.15	15.00	5.56	0
5	7.87	10.00	11.60	0
7	7.72	7.50	20.60	0
10	10.56	5.00	28.33	0
15	10.13	2.50	20.10	0
30	8.81	2.50	21.20	0
卤虫无节幼体 10			4.46	20

仔鱼在开口后第 11、13、15、17 天,进行了轮虫、卤虫无节幼体混合投和卤虫无节幼体单独投喂实验,仔鱼在各组别下对轮虫、卤虫无节幼体的摄食情况见表 2。除空白对照外,仔鱼对轮虫的不摄食情况是:第 11 天,在 4、5 组别下出现未摄食轮虫的仔鱼,在第 13 天,受试仔鱼均能摄食轮虫;在第 15 天,除组别 1 外,其它组别均出现不摄食轮虫的仔鱼,在组别 5,未摄食轮虫的空肠率高达 35%。仔鱼对卤虫无节幼体的不摄食情况是:在第 11 天,各组别下均出现未摄食卤虫无节幼体的仔鱼,在第 13 天,组别 1、2、3 有不摄食卤虫无节幼体的仔鱼;在第 15 天,各组别均没有不摄食卤虫无节幼体的仔鱼。仔鱼除了在第 11 天有不摄食的仔鱼外,第 13、15 天所有受试仔鱼均进行了摄食。第 17 天因仔鱼肠道卤虫无节幼体数目太多,计数困难,所以没有计算第 17 天的实验结果,下同。以上结果表明仔鱼在第 13 天对轮虫和卤虫无节幼体的摄食发生了转折性的变化。

表 2 牙鲆仔鱼开口后第 11、13、15 天在饵料各组别中未摄食情况

Tab.2 The no feedings of *P. olivaceus* larvae on the 11th, 13th and 15th days after opening mouth in different food density groups

组别	空肠率 1			空肠率 2			空肠率 3		
	第 11 天	第 13 天	第 15 天	第 11 天	第 13 天	第 15 天	第 11 天	第 13 天	第 15 天
空白对照	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	0	0	0	67.5	27.5	0	0	0	0
2	0	0	10	40	12.5	0	0	0	0
3	0	0	12.5	35	10	0	0	0	0
4	15	0	30	15	0	0	15	0	0
5	25	0	35	20	0	0	20	0	0
6				17.5	0	0	17.5	0	0

注:空肠率 1、2——指未摄食轮虫,卤虫无节幼体的仔鱼数占受试仔鱼总数的百分比;空肠率 3——指既未摄食轮虫也未摄食卤虫无节幼体的仔鱼数占受试仔鱼总数的百分比。

仔鱼在开口后的第 11、13、15 天,在进行的轮虫、卤虫无节幼体混合投喂和卤虫无节幼体单独投喂实验中,仔鱼在各组别下对轮虫和卤虫无节幼体的平均摄食量见表 3。在进行实验的 3 天中,同一天的仔鱼对轮虫的平均摄食量均随饵料中轮虫密度的降低而降低,平均摄食量最高值均是组别 1,且随开口后天数的增加,摄食量由第 11 天的 35.29 个/尾激增到第 13 天的 60.03 个/尾;在其它组别中,在同一密度下,仔鱼对轮虫的平均摄食量在第 13 天出现转折:从第 11 天到 13 天基本上是呈增加的趋势,从第 13 天到第 15 天却出现了急剧下降。在受试 3 天中,仔鱼对卤虫无节幼体的平均摄食量在各组别下均随天数的增加而增加,在混合饵料中卤虫无节幼体密度不超过 5 ind/mL 的情况下,均随卤虫无节幼体密度的增加而增加;组别 6 中,仔鱼对卤虫无节幼体的平均摄食量绝大部分不及组别 4 和 5。

表 3 牙鲆仔鱼开口后第 11、13、15 天在饵料各组别中摄食情况
 Tab.3 The feedings of *P. olivaceus* larvae on the 11th, 13th and 15th days after opening mouth in different food density groups

组别	轮虫平均摄食(个/尾)			卤虫无节幼体平均摄食(个/尾)		
	第 11 天	第 13 天	第 15 天	第 11 天	第 13 天	第 15 天
空白对照	0	0	0	0	0	0
1	35.29	55.38	60.03	0.53	3.21	5.47
2	17.25	28.13	16.22	1.25	14.38	12.22
3	19.73	18.38	5.43	2.00	16.75	21.71
4	8.89	11.29	6.69	5.00	28.86	31.00
5	4.08	10.14	2.29	8.75	29.71	19.33
6				6.00	13.00	15.00

牙鲆仔鱼在开口后第 11、13、15 天各混合饵料密度下轮虫和卤虫无节幼体在实验水体和仔鱼肠道中所占的比例见表 4。

表 4 仔鱼在开口后第 11、13、15 天各混合饵料密度下轮虫和卤虫无节幼体在实验水体和仔鱼肠道中所占的比例

Tab.4 The percentages of rotifer and nauplii of *Artemia* in the test containers and guts of *P. olivaceus* larvae on the 11th, 13th and 15th days after opening mouth in different food density groups

组别	$P_{\text{轮}}$	$r_{\text{轮}}$			$P_{\text{卤}}$	$r_{\text{卤}}$		
	轮虫	11 天	13 天	15 天	卤虫无节幼体	11 天	13 天	15 天
1	0.952	0.983	0.945	0.917	0.048	0.017	0.054	0.083
2	0.900	0.932	0.662	0.570	0.100	0.068	0.338	0.430
3	0.700	0.908	0.523	0.200	0.300	0.092	0.477	0.800
4	0.500	0.640	0.281	0.178	0.500	0.360	0.719	0.822
5	0.300	0.318	0.255	0.106	0.700	0.682	0.745	0.894

由表 4 可以看出：牙鲆仔鱼在第 11、13 天，在各组别中，轮虫在混合饵料中所占的百分比 $p_{\text{轮}}$ 与仔鱼所摄取的百分比 $r_{\text{轮}}$ 较为接近，而在第 15 天，除组别 1 外， $p_{\text{轮}}$ 大多数是 $r_{\text{轮}}$ 的 2 倍以上，这表明了此时的仔鱼并没有摄取环境中相应比例的轮虫， $p_{\text{卤}}$ 和 $r_{\text{卤}}$ 差别最大的则出现在第 15 天，且都是 $r_{\text{卤}}$ 大于 $p_{\text{卤}}$ ，这表明此时的仔鱼对卤虫无节幼体的摄食能力比较强。

牙鲆仔鱼在开口后的第 10 天即表现了明显的摄食卤虫无节幼体的能力，在第 11、13、15 天轮虫与卤虫无节幼体混合投喂实验中，各天、各组别下仔鱼对轮虫、卤虫无节幼体的饵料选择性指标见表 5。

表 5 牙鲆仔鱼开口后第 11、13、15 天各混合饵料密度下对轮虫和卤虫无节幼体的选择性指标

Tab.5 The index of selectivities of *P. olivaceus* larvae on the 11th, 13th and 15th days after opening mouth in the different mixed food density groups

时间 组别	轮虫			卤虫无节幼体		
	第 11 天	第 13 天	第 15 天	第 11 天	第 13 天	第 15 天
1	0.016	-0.004	-0.019	-0.477	0.059	0.267
2	0.017	-0.152	-0.224	-0.190	0.543	0.623
3	0.129	-0.145	-0.556	-0.531	0.228	0.455
4	0.123	-0.280	-0.475	-0.163	0.180	0.244
5	0.029	-0.081	-0.478	-0.013	0.031	0.122

从表 5 的结果可以看出：牙鲆仔鱼在开口后的第 11 天，在轮虫、卤虫无节幼体各混合投喂的密度组下，对轮虫的饵料选择系数均大于 0，而对卤虫无节幼体的饵料选择系数均小于 0，表明第 11 天的牙鲆仔鱼把轮虫作为喜好食物。在第 13、15 天，在轮虫、卤虫无节幼体各混合投喂的密度组下，对卤虫无

节幼体的饵料选择系数均大于0,表明牙鲆仔鱼从第13天起即把卤虫无节幼体作为喜好食物。

在组别1仔鱼开口后的第13天、第15天,对轮虫的饵料选择系数分别为-0.004、-0.019,这两个值均接近于0,也就是说在轮虫密度较高、卤虫无节幼体密度极低的情况下,牙鲆仔鱼对轮虫的选择接近随机性,此时的牙鲆仔鱼依然可以靠摄取轮虫为生。在受试3天中,各组别下,牙鲆仔鱼对轮虫的饵料选择指标随开口后天数的增加而减小,相反对卤虫无节幼体的则随开口后天数的增加而增加,表明仔鱼开口后第11天以后随天数的增加,对轮虫的喜好性减弱,相反对卤虫无节幼体的喜好性增强。另外,无论在开口后的第几天,也无论是对于轮虫还是卤虫无节幼体,并不是有最高的饵料密度就有最大的饵料选择指标,这就意味着在育苗过程中并不是饵料密度越高越好。

3 讨论

仔鱼的摄食能力和对饵料生物的选择性,最主要是取决于食饵大小与仔鱼口裂及口裂宽的大小,还与饵料生物的密度、活动能力、仔鱼的活动能力、视觉、嗅觉发育程度、仔鱼摄食经验的积累及其它环境因子等相关^[3]。

3.1 牙鲆仔鱼对轮虫的摄食及选择性

牙鲆仔鱼在开口后第8、10、11、13、15天,在饵料轮虫密度小于10 ind/mL时,无论是单独投喂还是混合投喂,仔鱼对轮虫的平均摄食量均随饵料轮虫密度的增加而增加。但仔鱼对饵料的摄食量并不总是与水体中该饵料的百分比成正比,而是由仔鱼的摄食能力、仔鱼的发育条件以及对某种饵料的喜好性等多种因素所决定的^[3],开口后的第8天,单独投喂轮虫,在轮虫密度高于10 ind/mL组别下,平均摄食量不及在轮虫密度为10 ind/mL组别下的,这主要因为“在捕食鱼周围有大量饵料生物时,易造成鱼感觉上的混乱,当它决定捕食其中之一时,其他饵料生物的运动将会分散它的注意,尤其是仔鱼还处在发育的早期阶段^[9]”,因而并不是饵料密度越高,对仔鱼的摄食就越有利。

在开口后的第8天,各组别下均出现了未摄食的仔鱼,而在第10天,均未出现不摄食的仔鱼,造成这一现象的可能原因有(1)开口后第10天的仔鱼比第8天仔鱼更加强壮,摄食能力更强(2)牙鲆仔鱼在变态完成之前有两个死亡高峰期,一是开口后的6~10天^[1],大量死亡集中在孵化后第7天,而早期偶尔摄食、虚弱的仔鱼全部死亡则是在孵化后的第10~11天^[2]。因而第8天未摄食的仔鱼可能是早期比较虚弱的个体,尽管它们还能存活,但已虚弱得失去摄食能力,在随后的几天内就可能全部死亡,到第10天,存活下来的仔鱼几乎都是在第一个死亡高峰期存活下来的较为强壮的个体。

仔鱼在开口后的第11天,对轮虫作为喜好食物进行选择,但在混合饵料水体中,轮虫密度低于5 ind/mL时,出现未摄食轮虫的仔鱼,表明在第11天,仔鱼因缺乏摄食卤虫无节幼体的经验,较高密度饵料卤虫无节幼体的出现,干扰了仔鱼对水体中低密度饵料轮虫的摄食(表1)。

由表3及表5看,牙鲆仔鱼在开口后的第13天,对轮虫的摄食量出现了转折,卤虫无节幼体是它喜好性食物,但在有轮虫的组别下,仔鱼均要摄取一定量的轮虫,同时在各组别下,第13天仔鱼对卤虫无节幼体的饵料选择系数都较之第15天的值小许多,表明牙鲆仔鱼在第13天,表现出对卤虫无节幼体的喜好性并不是十分的强烈,依然摄取一定量的轮虫作为它们的食饵。在第15天,牙鲆仔鱼已完全具备摄食卤虫的能力和经验,在有卤虫无节幼体的组别中,几乎都有轮虫零摄食的仔鱼。再结合表5饵料选择系数,说明此时的牙鲆仔鱼对卤虫无节幼体表现出强烈的喜好性,轮虫摄取与否,对仔鱼来说已完全不重要了,同时在解剖肠道过程中也发现,即使1尾仔鱼摄取的轮虫高达86个,仔鱼肠道的充塞度仍然不高,而仔鱼只要摄取十几个卤虫无节幼体,仔鱼肠道的充塞度就比较高了,因为一个卤虫无节幼体的大小可相当于十几个褶皱臂尾轮虫的大小。

综合表1~5的结果可以得出的结论是:牙鲆仔鱼对轮虫的喜好性从开口后的第1天一直持续到第11天,最适的轮虫密度控制在7~10 ind/mL,但到开口后的第15天在饵料卤虫无节幼体密度低于3 ind/mL时仍大量摄取轮虫。

3.2 牙鲆仔鱼对卤虫无节幼体的摄食及选择性

牙鲆仔鱼在开口后的第 8 天就有了较弱的摄食卤虫无节幼体的能力,但过早投喂卤虫无节幼体对仔鱼的变态和生长不利,在第 11 天开始投喂卤虫无节幼体,对牙鲆仔鱼的生长、变态有一定的负面影响,但对成活有利^[8]。

本研究从仔鱼开口后的第 10 天起对牙鲆仔鱼开始了单独投喂卤虫无节幼体的实验,仔鱼即表现出对卤虫无节幼体的摄食能力,在第 11 天,各组别下均存在不摄食卤虫无节幼体的个体存在,尤其在卤虫无节幼体密度低于 1 ind/mL 时,未摄食卤虫无节幼体的个体高达 40%,这一结果再结合表 5 的选择性指标,说明了在开口后第 11 天前,仔鱼对卤虫无节幼体有了一定的摄食能力,但由于仔鱼自身还不够强壮,对卤虫无节幼体的摄食还处在积累经验的过程,对卤虫无节幼体的摄食是要花费较多能量的,也就是说仔鱼为了获取卤虫无节幼体所消耗的能量比其从摄取的卤虫无节幼体所获得的能量要多,这一点可以用“在孵化后第 9 天开始投喂卤虫无节幼体,仔鱼的生长在短时间内有一个明显的下降”进行解释^[8]。

牙鲆仔鱼在开口后的第 11、13 和 15 天,对卤虫无节幼体的摄食情况是各不相同的,在第 11、13 天仔鱼对卤虫无节幼体平均摄食量最高值在组别 5,而在第 15 天则是组别 4。同时,仔鱼开口后第 11 天,在各卤虫无节幼体密度组下,均有未摄食卤虫无节幼体的仔鱼存在,在开口后的第 13 天,在卤虫无节幼体密度不小于 3 ind/mL 组别下,仔鱼均摄取一定量的卤虫无节幼体,到了第 15 天,在各组别下均没有未摄食卤虫无节幼体的仔鱼,即使在卤虫无节幼体密度仅为 0.5 ind/mL 的情况下,每尾仔鱼还能平均摄取 5.47 个卤虫无节幼体。

以上结果再结合表 5 的饵料选择性指标表明:牙鲆仔鱼在开口后第 13 天对卤虫无节幼体有了喜好性选择,但密度不能低于 3 ind/mL,到了第 15 天,对水体中卤虫无节幼体密度的要求就很低,也就是说随着牙鲆仔鱼发育的完善,对卤虫无节幼体捕食经验的积累,仔鱼对卤虫无节幼体摄食的能力越来越强,对卤虫无节幼体密度的要求越来越低,尽管仔鱼摄取轮虫,尤其是在轮虫密度较高的组别,还摄取大量的轮虫,但这个时期的仔鱼对轮虫的选择是有被迫因素的,例如喜好的食物—卤虫无节幼体饵料密度太低等。较低密度的饵料生物可以减轻育苗饲养水体的负担和节省养殖成本,但太低密度的饵料生物要花费仔鱼较多的摄食时间和摄食能力,这对需要较多能量用于快速生长,尽量摆脱不利环境的仔鱼是十分有害的,太高密度的饵料生物不仅会增加饲养水体的负担、增加养殖成本,而且还会干扰仔鱼的摄食^[9]。因而在混合饵料期,各混合饵料最适的开始投喂时间与密度对仔鱼的培育是至关重要的。

综合牙鲆仔鱼对卤虫无节幼体的摄食情况和对卤虫无节幼体的选择性指标,可以得出这样的结论:在牙鲆育苗过程中,在仔鱼开口后的第 10 天开始投喂一定量的卤虫无节幼体,作为仔鱼建立捕食卤虫无节幼体经验的积累之用,但卤虫无节幼体的密度不必太高,否则会造成卤虫无节幼体的浪费及加重水体的负担,在第 13 天,卤虫无节幼体的最适密度控制在 7 ind/mL,到第 15 天可以减少到 5 ind/mL。

本实验在中国水产科学研究院北戴河中心实验站工作人员的大力支持下完成,在此深表感谢!

参考文献:

- [1] 刘卓. 日本牙鲆苗种生产技术现状和增殖放流实验[M]. 北京: 农牧渔业部水产局, 1986. 82-94.
- [2] 鲍宝龙, 苏锦祥. 延迟投喂对真鲷和牙鲆仔鱼摄食、生长和存活的影响[J]. 水产学报, 1998, 22(1): 33-37.
- [3] 殷名称. 鱼类鱼期的摄食和生长[J]. 水产学报, 1995, 19(4): 335-342.
- [4] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 71-72.
- [5] Mark C, Helga D. Density and Gorgonian Host-occupation Patterns by Flamingo Tongue Snails (*Cyphoma gibbosum*) in the Florida Keys. Caribbean [J]. Journal of Sciencey, 2003, 39(1): 116-127.
- [6] Manly B F, McDonald L L, Thomas D L. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies[M]. Ny: Chapman & Hall, 1993. 177.
- [7] John R H, Kimbrell C A. Early Life History Of Pacific Mackerel, *Scomber Japonicus*[J]. Fishery Bulletin, 1980, 78(1): 89-101.
- [8] 龚小玲, 苏锦祥, 鲍宝龙. 滞后投喂卤虫无节幼体对牙鲆仔鱼成活、生长及变态的影响[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1995, 105-110.
- [9] 何大仁, 蔡厚才. 鱼类行为学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1998. 251-254.