

长毛对虾幼体的食性*

陈柏云 易建生

(厦门大学海洋系, 361005)

提 要 本文采用 11 种单细胞藻类、3 种动物、2 种人工饵料, 分别喂养不同发育期的长毛对虾幼体, 从其变态速度和存活率, 比较各种饵料的效果。并对幼体口器与食性关系、溞状幼体死亡率与食性转化关系, 以及人工投饵与生态系育苗相结合的问题作了初步探讨。

关键词 对虾, 幼体, 食性

长毛对虾 [*Penaeus penicillatus* (Alcock)] 具有个体大、生长快、肉质鲜嫩、营养价值高的特点。主要分布于阿拉伯海、印度尼西亚、菲律宾和我国东南沿海, 是闽、粤沿海和北部湾广西沿岸最常见的经济虾类之一。经近几年养殖, 它适应力和抗病力较强、耐高温、养殖产量高而稳定。目前已列为本省主要的养殖对象, 最近浙江和台湾省试养也获得成功。过去长毛对虾养殖苗种主要靠自然海区捕获, 自从 1978 年长毛对虾育苗获得大面积成功之后, 苗种来源主要靠人工育苗提供的。但在人工育苗过程中, 幼体存活率很不稳定, 其中幼体饵料是关键问题之一。国外的 Hudinaga (1942)、藤永元作、橘高二郎 (1966)、Webber (1970)、Subrahmanyam (1973)、Gopalakrishnan (1976)、Bages and Sloane (1981)、Emmerson (1984)、Kurmaly (1989); 国内的张伟权、纪成林 (1982)、张翠英 (1982)、罗会明、黄厚哲 (1981)、陈宗尧 (1982)、刘传楨 (1985) 以及中国科学院海洋研究所⁽¹⁾、黄海水产研究所⁽²⁾、台湾省的廖一久 (1969)、陈胜香 (1987) 对对虾幼体的食性作了不同程度的研究。迄今, 在国内有关长毛对虾幼体食性研究的专题报导较少。

本文采用动、植物饵料及人工饲料分别喂养不同发育期的长毛对虾幼体, 比较不同种类的饵料效果, 为长毛对虾幼体培养和人工育苗及对虾增养殖提供参考。

材料与方法

笔者于 1980 年和 1983 年分别在厦门大学海洋系钟宅实验站和厦门市水产养殖公司后田对虾育苗场进行实验。

(1) 长毛对虾幼体

各期长毛对虾幼体均取自人工育苗池的同一批幼体。文中以 N 表示无节幼体; Z₁ 表示溞状 1 期幼体、Z₂ (溞状 2 期)、Z₃ (溞状 3 期); M₁ (糠虾 1 期)、M₂ (糠虾 2 期)、M₃ (糠虾 3 期); P₁ (仔虾 1 日令)。

* 本文承蒙导师郑重教授审阅, 谨此致谢。易建生同志参加部分试验工作。

收稿年月: 1991 年 1 月; 同年 4 月修改。

(1) 中国科学院海洋研究所, 1981. 对虾工厂化育苗方法的研究与应用。

(2) 黄海水产研究所, 1981. 对虾人工育苗操作规程(试行草案)。

(2) 饵料

① 单细胞藻类 经纯种培养的11种单细胞藻类,包括三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)、新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、钙质角毛藻(*Chaetoceros calcitrans*)、牟氏角毛藻(*C. muelleri*)、球等边金藻(*Isochrysis galbana*)、湛江叉鞭金藻(*Dicrateria zhanjiangensis*)、亚心形扁藻(*Platymonas subcordiformis*)、衣藻(*Chlamydomona sp.*)、日本小球藻(*Chlorella japonicas*)、盐藻(*Dunaliella sp.*)、云微形藻(未定种)。

② 动物性饵料 卤虫(*Artemia salina*)无节幼体、褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)、褶牡蛎(*Ostrea cucullata*)受精卵和担轮幼虫。

③ 人工饲料 豆浆和蛋黄。

(3) 方法

在室温条件下,将长毛对虾幼体置于盛有经砂滤海水的2000mL、1000mL和500mL烧杯中培养,海水比重为1.014—1.019,隔日换水2/3,并投饵保持要求的密度(藻类用血球计数板计数、动物性饵料用浮游动物计算框计数,人工饲料以干重或湿重配成溶液)。

(4) 观察

观察项目为幼体活动情况、胃肠饱满度和拖便率、变态发育期及存活率。

(5) 试验日期和地点

1980年6月于厦门大学钟宅实验站;1983年6月于厦门后田对虾育苗场。

结 果

(一) 植物性饵料与溞状幼体存活率的关系

长毛对虾幼体发育至 Z_1 时,口器和消化器官业已形成便开始从外界摄食。因此,饵料的种类和密度,与开食幼体的生长和存活率有密切相关。

(1) 不同种类的饵料对长毛对虾幼体生长发育和存活率的影响是明显的。11种单细胞藻类(取在指数生长期内的藻液)及豆浆分别投喂 Z_1 期幼体,经5天培养,幼体发育至 M_1 期。从表1和表2可看出:①球等边金藻组和湛江叉鞭金藻组,幼体发育快、存活

表1 不同植物性饵料与溞状幼体存活率的关系

Table 1 The relationship of the different of plant food to the survival of zoea larvae of *Penaeus penicillatus* Alcock

饵 料		幼体个数		存活率(%)	备 注
种 类	密度 (万个/ml)	开始 Z_1	结束 M_1		
1. 三角褐指藻	5	30	16	53.3	(1) 水温: 20.8—26.8℃ 比重: 1.014—1.018 pH 值: 7.8—8.6 (2) 水体为 1000ml 烧杯, 各组两杯, 以存活率高的一杯为计数。 (3) 实验经历124小时。
2. 新月菱形藻	5	30	15	50.0	
3. 钙质角毛藻	5	30	22	73.3	
4. 牟氏角毛藻	5	30	20	66.7	
5. 球等边金藻	5	30	25	83.3	
6. 湛江叉鞭金藻	5	30	23	76.7	
7. 亚心形扁藻	1	30	15	50.0	
8. 衣藻	1	30	10	33.3	
9. 日本小球藻	5	30	13	43.3	
10. 盐藻	1	30	9	30.0	
11. 云微形藻	5	30	10	33.3	
12. 钙质角毛藻 + 亚心形扁藻	2.5 + 0.5	30	23	76.7	
13. 球等边金藻 + 牟氏角毛藻	2.5 + 2.5	30	27	90.0	
14. 豆浆	10ppm	30	21	70.0	
15. 空白	—	30	0	0	

表2 不同植物性饵料与溞状幼体变态的关系
Table 2 The relationship of the different of plant food to the metamorphosis of the Zoea larvae of *P. penicillatus*

培养日期	26日	27日	28日	29日	30日	31日	
饵料种类 \ 发育时间(小时)	0	10	34	58	82	106	124
三角褐指藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
新月菱形藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
钙质角毛藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
牟氏角毛藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
球等边金藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
湛江叉鞭金藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
亚心形扁藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
衣藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
日本小球藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
盐藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
云微形藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
钙质角毛藻 + 亚心形扁藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
球等边金藻 + 牟氏角毛藻		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
豆浆		Z ₁		Z ₂	Z ₃	M ₁	
空白		Z ₁				死亡	

注：实验从1980年6月26日下午2点开始到31日下午6点结束，经历124小时。

表3 不同饵料密度与溞状幼体存活率的关系
Table 3 The relationship of the different of food density to the survival rate of the zoea larvae of *P. penicillatus*

饵料	密度(万/mL)	培养水体(mL)	幼体数量(尾)		存活率(%)	备注
			开始 Z ₁	结束 Z ₁ -M ₂		
湛江叉鞭金藻	1	1000	50	40(24Z ₁ + 16M ₁)	80	(1) 水温: 27.2—28.5℃ (2) 比重: 1.016—1.018 (3) 试验经历 72 小时。
	3	1000	50	42(25Z ₁ + 17M ₁)	84	
	5	1000	50	46(17Z ₁ + 29M ₁)	92	
	7	1000	50	45(4Z ₁ + 41M ₁ M ₂)	90	
牟氏角毛藻	1	2000	200	77(36Z ₁ + 41M ₁ M ₂)	38.5	
	3	2000	200	112(17Z ₁ + 95M ₁ M ₂)	56	
	5	2000	200	148(M ₁ M ₂)	74	
	7	2000	200	119(2Z ₁ + 117M ₁ M ₂)	59.5	

率也高。②衣藻组和盐藻组，幼体发育较慢、存活率低。③球等边金藻和牟氏角毛藻的混

合饵料组,幼体发育最快、存活率达90%。

(2) 不同密度的藻类与蚤状幼体存活率的关系。实验用不同密度(1万、3万、5万、7万细胞/mL)的湛江叉鞭金藻和牟氏角毛藻两种藻类, 喂养 Z_2 期幼体。结果从表3可看出:①湛江叉鞭金藻的5万和7万细胞/mL的密度组, 幼体存活率最高, 绝大部分幼体发育至 M_1 期。②牟氏角毛藻的5万细胞/mL密度组, 幼体发育最快, 全部发育至 M_1M_2 期; 而1万细胞/mL密度组, 幼体发育最慢, 几乎有一半仍处于 Z_2 期, 存活率也最低。可见, 不同密度饵料对长毛对虾幼体变态速度和存活率的影响有明显差异。

(二) 动物性饵料与糠虾期幼体的关系

(1) 不同种类动物性饵料对糠虾期幼体的变态和存活率的影响是明显的。用3种动物性饵料(牡蛎受精卵及担轮幼虫、轮虫、卤虫无节幼体)和蛋黄分别喂养 M_1 期幼体, 并加入钙质角毛藻(密度为2.5万细胞/mL)为辅助饵料, 幼体经4天培养发育至 P_1 期。

从表4和表5可看出:①牡蛎受精卵和担轮幼虫组, 糠虾期幼体变态速度最快, 存活率也最高达90%。②蛋黄组最差, 幼体发育较慢, 存活率低。

表4 不同动物性饵料与糠虾期幼体存活率的关系

Table 4 The relationship of the different of animal food to the survival rate of the mysis larvae of *P. penicillatus*

饵料种类	饵料密度	钙质角毛藻 (万/mL)	幼体个数		存活率 (%)	备注
			开始 M_1	结束 P_1		
卤虫无节幼体	25个/尾	2.5	20	17	85	(1) 水温 24.2—28.5℃ 比重 1.018—1.019 pH 值 7.8—8.3。 (2) 培养水体为 500mL 每组两杯, 以成活率 高的计数。 (3) 蛋黄 4次/天。
臂尾轮虫	20个/mL	2.5	20	16	80	
牡蛎受精卵及担轮幼虫	50个/mL	2.5	20	18	90	
蛋黄	20μg/mL/次	2.5	20	15	75	

表5 不同动物性饵料与糠虾期幼体变态速度的关系

Table 5 The relationship of the different of animal food to metamorphosis velocity of the Mysis larvae of *P. penicillatus*

日期	27日	28日	29日	30日			
饵料	发育时间 (小时)						
	开始 13:00	11	25	35	43	59	70 76
卤虫无节幼体	M_1		M_2		M_3		P_1
轮虫	M_1		M_2		M_3		P_1
牡蛎受精卵及担轮幼虫	M_1		M_2		M_3		P_1
蛋黄	M_1		M_2		M_3		P_1

(2) 不同密度的动物性饵料与糠虾期幼体的变态和存活率的关系极为密切。用卤虫无节幼体、臂尾轮虫和牡蛎受精卵及担轮幼虫分别以三个不同梯度的密度喂养 M_1 期幼体, 经 74 小时培养幼体发育至 P_1 期。实验结果在表 6。

表 6 不同密度的动物性饵料与糠虾期幼体存活率的关系
Table 6 The relationship of the different density of animal food to the survival rate of the Mysis larvae of *P. penicillatus*

饵料种类	饵料密度	幼体个数		存活率(%)	备注
		开始 M_1	结束 P_1		
卤虫无节幼体	10个/尾	30	10	33.3	(1) 水温:24.2—27.5℃, 比重:1.016—1.019, 培养水体 800mL。
	20/尾	30	18	60.0	
	50/尾	30	13	43.3	
臂尾轮虫	10个/mL	30	15	50.0	(2) 每组两个样品、以成活率高的计数。 (3) 试验历时 74 小时。
	20个/mL	30	17	56.7	
	50个/mL	30	9	30.0	
牡蛎 (受精卵及担轮幼虫)	20个/mL	30	14	46.7	
	40个/mL	30	21	70.0	
	60个/mL	30	19	63.3	

(三) 不同饵料与 Z_3 期幼体变态和存活率的关系

用球等边金藻和亚心形扁藻为单种植物性饵料; 卤虫无节幼体、臂尾轮虫、牡蛎受精卵及担轮幼虫为单种动物性饵料; 以及动、植物性混合饵料分别喂养 Z_3 期幼体, 经 34 小时培养, 幼体发育至 M_1 期, 结果如表 7 所表明: ①无论是完全植物性或完全动物性饵料, 或动、植物混合饵料喂养 Z_3 期, 幼体均可发育至 M_1 期。②用单一植物性或动物性饵料投喂 Z_3 期, 幼体存活率颇为相近。③动、植物混合饵料, 幼体变态快, 存活率明显提高。

表 7 不同饵料对 Z_3 期幼体存活率的影响
Table 7 The effect of the different food to the survival rate of Z_3 larvae of *P. penicillatus*

饵料种类	饵料密度	幼体个数		存活率(%)	备注
		开始 Z_3	结束 M_1		
1. 卤虫无节幼体	10个/尾	30	21	70.0	(1) 水温:23.6—27.0℃ 比重:1.016—1.018
2. 轮虫	20个/mL	30	25	83.3	
3. 牡蛎受精卵及担轮幼虫	50个/mL	30	23	76.7	(2) 培养水体为 800mL, 每组两个样品, 以存活率高的一个样品计数。
4. 卤虫无节幼体+等边金藻	5个/尾+2.5万/mL	30	26	86.7	
5. 牡蛎幼虫+等边金藻	25个/mL+2.5万/mL	30	27	90.0	(3) 实验经历34小时。
6. 轮虫+亚心形扁藻	25个/mL+0.5万/mL	30	30	100	
7. 等边金藻	5万/mL	30	26	86.7	
8. 亚心形扁藻	1万/mL	30	21	70.0	

讨 论

关于对虾幼体饵料,国内外学者作了较广泛的研究。目前,可作为对虾幼体饵料的种类繁多,而单细胞藻类在对虾育苗中,仍然占有重要地位。代田昭彦(1985)认为一切水产动物,其稚仔的最佳饵料为天然饵料。例如美国的白对虾(*Penaeus setiferus*)和褐对虾(*P. aztecus*)的育苗是采用专门培养植物性饵料[夏威夷用纤细角毛藻(*Chaetoceros gracilis*)、尔维斯顿用丘氏四鞭藻(*Tetraselmis chuii*),菲律宾的斑节对虾(*P. monodon*)的培养是用钙质角毛藻(*Chaetoceros calcitrans*)]投喂对虾幼体;而在日本、台湾、东南亚及我国,多采用在育苗水体中施肥增殖天然藻类或接种人工培植的纯种单胞藻以供蚤状幼体和糠虾期幼体摄食。由于这小型单细胞藻类不仅营养丰富,能悬浮于水中易被幼体摄食,而且它们的光合作用吸收水中 CO_2 及氨氮,增加溶氧量,可稳定水质,以利于幼体生长发育。笔者认为,采用适宜种类的单胞藻为对虾幼体饵料比人工饲料优越,即水质好,出苗率稳定,幼体体色接近于天然海区苗,体质粗壮,抗病力强,并在养成阶段的中后期养殖较顺利,笔者已在多年对虾育苗和养殖实践中得到证实。

(一) 饵料效果比较

实验结果表明,不同种类的饵料,或同一种类不同密度的饵料对幼体变态速度和存活率的影响有明显的差异,即使同一种饵料对不同发育期幼体的效果也不尽相同。

(1) 单种植物性饵料对长毛对虾蚤状幼体的饵料效果,其优劣顺序如下:球等边金藻、湛江叉鞭金藻、钙质角毛藻、牟氏角毛藻、三角褐指藻、新月菱形藻、亚心形扁藻、日本小球藻、云微形藻 = 衣藻、盐藻。

从表1可看出,用球等边金藻、湛江叉鞭金藻、牟氏角毛藻和钙质角毛藻,以单种藻类喂养 Z_1 期幼体,发育至 M_1 期,平均存活率可达70—80%,且混合饵料比单一为好,硅藻和金藻混合或硅藻和绿藻混合要比硅藻间混合为好。特别是湛江叉鞭金藻和钙质角毛藻适应的温、盐度条件与长毛对虾幼体基本吻合,因此,笔者认为这两种单胞藻是长毛对虾蚤状期幼体良好的饵料。

(2) 单种动物性饵料对长毛对虾糠虾期幼体的饵料效果,其优劣顺序如下:

褶牡蛎受精卵及担轮幼虫、卤虫无节幼体、褶皱臂尾轮虫。

实验表明,以上三种动物性饵料用单种喂养 M_1 期,幼体发育至 P_1 期,其中牡蛎受精卵及担轮幼虫的饵料效果最佳,幼体存活率达90%。由于牡蛎幼虫个体小,活动力弱,易被对虾幼体摄食,它在我国沿海广泛分布,是一种方便易得,价廉质优的活饵料,在中国对虾和日本对虾育苗季节及长毛对虾和斑节对虾早期育苗,可同步培养供给 Z_1 - M 期幼体的饵料。褶皱臂尾轮虫作为糠虾期幼体的饵料,其效果接近于卤虫无节幼体。这种轮虫具有生长快、繁殖力强、营养价值高,体形大小适中,且游动较慢的特点,因此它也是对虾蚤状幼体和糠虾幼体的良好饵料。近年来,在我国北方中国对虾育苗用轮虫代替卤虫无节幼体取得较好的效果。

(二) 幼体口器结构与食性的关系

从口器解剖可看出,不同发育期的长毛对虾幼体口器结构的变化与食性有密切相关。在 Z_1 期的大颚特化为咀嚼器官,呈白齿状,上有几个大小不等的小齿,第一、二小颚内肢密生刚毛,其它口部附肢刚毛也较多,形成过滤性口器,与这时期幼体滤食单胞藻相适应。 Z_2 期的大颚咀嚼器发达,咀嚼面凹陷、小齿尖利密而多,其它口部附肢的刚毛密度显著减少。 M_1 期的大颚更为发达,咀嚼器呈双凹形,小齿又增多。可见,从 Z_2 期形态的变化,幼体的食性由植物性逐渐向动物性过渡的转变是一致的。

关于对虾蚤状期幼体在初期摄食,对动、植物饵料有无选择性的问题,颇有争论。最近, Kurmaly(1989)对这问题作较深入探讨,他在论文中引述各学者不同的看法,例如 Buskey (1984) 在研究斑节对虾幼体摄食时认为幼体滤食主要受口器化学感受作用; Poffenhöfer 等(1982)认为斑节对虾与大多数浮游甲壳动物一样对食物颗粒的感觉被认为是机械感受或化学感受。但是, Moller(1977)、Langdon 等(1985)在甲壳动物幼体摄食研究中却认为幼体滤食颗粒是随机摄食。笔者认为,在蚤状期和糠虾前期幼体为滤食性的机械选择,它与对虾幼体的口器结构、饵料的大小、密度及活动力有密切相关。当幼体发育至糠虾后期就变为捕食性的主动摄食。

(三) 蚤状幼体死亡率与食性转化的关系

对虾育苗中发现蚤状幼体死亡最高,无疑它是整个育苗阶段最关键一个环节。此期幼体对水体中的理化环境(如温、盐度, pH 值、溶解氧、氨氮及重金属含量变化等)亦十分敏感,且与饵料也有密切相关。当无节幼体变态至 Z_1 期时,由于体内的卵黄消耗殆尽,幼体处于饥饿状态,体质最为脆弱,这时幼体从内源营养转向外源营养,要从外界摄取食物作为幼体继续发育的营养物质。但在幼体培育中,往往这时期未能及时投喂适宜又适量的饵料,致使幼体发育缓慢,或不能变态,甚至夭亡,即使能生存,在后期培育也很困难。

实验结果表明, Z_2 期幼体的食性发生了转变,若单独投喂植物性饵料,不能满足幼体发育的营养需求,应补充适宜的动物性饵料(如贝类受精卵及担轮幼虫、轮虫和少量刚孵化出来的卤虫无节幼体),对促进幼体变态和提高存活率有明显效果。

(四) 人工投饵和生态系培养相结合

目前,国内外对虾育苗,主要采用人工投饵和生态系育苗两种方式。前者饵料培养投资大、但出苗率较稳定;后者在育苗池中施肥增殖天然饵料,操作简单成本低,但海区中浮游植物优势种不断更替,在育苗池中所增殖的饵料不一定是适宜对虾幼体摄食,出苗率很不稳定。笔者认为,应预先在小池中单种培养优良的藻类(如湛江叉鞭金藻和钙质角毛藻),当幼体发育至 N_2 期时,就将这些藻类接种到育苗池中,并施肥让它增殖为优势。多年来笔者采用这种人工投饵和生态系培养相结合的方式,培育出中国对虾和长毛对虾苗三亿多尾,取得较好效果。这与陈宗尧等(1982)引述今村知弘(1978)提出的单种培育方式和群落式培养相结合的新技术相吻合。

参 考 文 献

- 刘传桢等,1985。室内高密度培养中国对虾仔虾技术的研究。水产学报,9(1):1—11。
- 陈宗尧等,1982。对虾工厂化育苗的研究。海洋湖沼通报,2:55—60。
- 张伟权、纪成林,1982。对虾养殖技术。1—184,上海科学技术出版社。
- 张翠英,1982。投喂牟氏角毛藻培育对虾幼体的效果。水产科技情报,(5):18。
- 罗会明,黄厚哲,1981。长毛对虾幼体饲料的摄食与吸收。厦门大学学报(自然科学版),2(3):362—371。
- 廖一久,1969。虾类繁殖试验。养虾资料汇集,王浚集编,135—141,养鱼世界杂志社(台)。
- 陈胜香,1987。草虾的人工繁殖。养虾总览,92—99,养鱼世界杂志社(台)。
- 藤永原作(刘藻华译),1980。虾类饲养与繁殖,195—199。五洲出版社(台)。
- 代田昭彦(刘世英等译),1985。水产饲料生物学,40—97。农业出版社(京)。
- 平野礼次郎、大岛泰雄,1963。海产动物幼生の飼育とウの餌料について,日本水产学会志,29(3):282—297。
- 藤永元作、橘高二郎,1966。ワルマエビ幼生の変態と餌料。日本プランクトン研究連絡会報,13:83—94。
- Bages, M. and L., Sloane, 1981. Effects of dietary protein and starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae. *Aquaculture*, 25(2—3): 117—128.
- Emmerson, W. D., 1984. Predation and energetics of *Penaeus indicus* larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Ariemina nauplii*. *Aquaculture*, 38: 201—204.
- Gopalakrishnan, K., 1976. Larval rearing of red shrimp, *Penaeus marginatus*. *Aquaculture*, 9: 145—154.
- Hudinaga, M., 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. J. Zool.*, 10: 305—399, pls. 16—46.
- Kurmaly, K., et al. 1989. Comparative analysis of the growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) larvae from protozoa I to postlarva I, on live feeds, artificial diets and on combination of both. *Aquaculture*, 81: 27—45.
- Subrahmanyam, M., 1973. Growth of *Penaeus monodon* Fabricius under laboratory conditions. *Indian J. Mar. Sci.*, 2(1): 63—65.
- Webber, H. H., 1970. The development of a maricultural technology for the penaeid shrimps of the Gulf and Caribbean Region. *Helgoländer wiss. Meeresunters*, 20: 455—463.

THE FOOD OF LARVAE OF *PENAEUS PENICILLATUS* ALCOCK

Chen Boyun and Yi Jiansheng

(Department of Oceanography, Xiamen University, 361005)

ABSTRACT The present investigation was undertaken for the purpose of selecting suitable food for the cultivation of the larvae of *Penaeus penicillatus* in different developmental stages, eleven species of unicellular algae, three species of animal food and two species of substitute food were used in the comparative experiments, the metamorphosis and survival rate of the larvae were taken as the index. The results obtained were as follows:

1. Unicellular algae and soybean milk have been used respectively as food for the zoea larvae, the results of effect are arranged in the following order:

Isochrysis galbana, *Dicrateria zhanjiangensis*, *Chaetoceros calcitrans*, soybean milk, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Nitzschia closterium*, *Platymonas*

subcordiformis, *Chlorella japonicus*, microscopic alga (un-identified), *Chlamydomonas* sp., *Dunaliella* sp.

2. Single animal and egg yolk have respectively been used as food for the larvae (1st Mysis stage to 1st Post-larvae). The results of effects are shown in the following order: *Ostra cucullata* larvae (including fertilization egg and trochophora stage), *Artemia saline* (naupliar larvae), *Brachionus plicatilis*, egg yolk.

3. The experiment shows that the conversion of food begins in the 3rd zoea stage. The 1st Mysis stage is complex food, and during this period of development, using single animal or plant food to feed the larvae, the effect is nearly the same. But the effect of mixing food with the animal and plant is better than single animal or plant food.

KEYWORDS shrimp, larvae, food

《厦门水产学院学报》征订

《厦门水产学院学报》为国内外公开发行的科技期刊，国内统一刊号为：CN35-1108，国际标准刊号为：1000-5196。刊载水产增养殖和水产资源；渔船渔具和捕捞；水生生物和环境保护；水产品加工和制冷工艺；渔业机械和电子仪器；渔业经济管理和基础学科研究以及适量的人文理论等方面的学术文章。本刊已参加“国际连续出版物数据系统中国国家中心”，适合于图书馆馆藏和大中专院校师生以及科研、生产单位的科技人员参考。

《厦门水产学院学报》每年出版两期，国内定价每期 2.50 元（含邮费），国内自办发行，订户可直接向我部订阅或邮购；国外由中国出版对外贸易总公司总代理（北京 782 信箱）。现尚有前几期余书若干，欢迎邮购。地址：福建省厦门市集美镇，邮政编码：361021。