

绿色柎夫藻用于罗氏沼虾 人工生态系育苗

陆君 张道南

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

提 要 本文通过培养试验探讨了绿色柎夫藻(*Pavlova viridis*)的生长特性,认为该藻具有指数生长期较长、藻群绝对密度较高且维持高峰时间较长等优良特性。该藻具有较广泛的生态适应性,能适应光强500~10000 lx、温度6~30℃、海水比重1.002~1.016,特别能在低盐度(比重为1.002)、低光照(400~500 lx)条件下良好生长,生态上符合罗氏沼虾人工育苗的客观要求。在育苗水体中保持一定数量饵料性微藻并投饲其他生物饵料构成人工生态育苗体系进行工厂化育苗,以角毛藻(*Chaetoceros* sp.)、小球藻(*Chlorella* sp.)为对照,比较3种微藻培育罗氏沼虾溇状幼体的效果,发现绿色柎夫藻与角毛藻效果相当而明显好于小球藻。本文作者认为绿色柎夫藻是罗氏沼虾人工生态系育苗的理想用藻。

关键词 绿色柎夫藻,罗氏沼虾,人工繁殖,生态系

罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)目前正作为一种名特水产品而日益发展,苗种生产是其重要一环。长江口及杭州湾河口区有不少单位进行罗氏沼虾苗种生产,但自然条件不甚理想,河口自然海水比重1.002远低于育苗要求(1.007) [李增崇、高体佑,1981],水中离子组成及含量比例均失去海水特性 [朱正国等,1993];育苗期(3~5月)室外水温(10~20℃)远低于育苗水温要求(28~30℃) [李增崇、高体佑,1981];育苗期阴雨天多,自然光照不足。所以采取人工供热、人工配制海水等措施以保证罗氏沼虾育苗条件。如采取传统用卤虫幼体为饵料并及时排污大量换水的“清水育苗”方式,会造成大量人工海水的耗费。作者在罗氏沼虾育苗水体中投加卤虫及合适单胞藻建立一个人工生态系统,以减少换水量,提高育苗效果。建立该生态系统的关键在于选用合适的单胞藻。本文通过考察绿色柎夫藻的生长特性、生态适应性及其培育罗氏沼虾幼体的效果,探讨绿色柎夫藻成为上述地区罗氏沼虾人工生态系育苗用藻的可行性和实用性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

藻种均由上海水产大学饵料生物研究室保种培养,试验前活化纯培养,取指数生长期的藻液进行试验。罗氏沼虾溇状幼体选自上海市东海水产养殖公司越冬亲虾所产溇状I期幼体

(Z₁)。

1.2 研究方法

1.2.1 绿色耙夫藻的培养

基本培养液依 f/2 配方配制 [华汝成, 1980], 所用海水均为盐卤加河口区自然海水调配比重至 1.008, 煮沸消毒; 培养期间 pH 值一般随培养物的种群增长而略有升高, 变化幅度在 8.0~8.5 之间; 除特别说明外培养均在 250ml 锥形瓶中静止分批式进行, 每天定时振荡 3~4 次。

(1) 生长测定——研究绿色耙夫藻和角毛藻在相同条件 (25℃、比重 1.008, 充气培养) 的生长情况, 分朝南窗口 (光照强度小于 10000 lx) 和朝北窗口 (光照强度小于 3000 lx) 2 种自然漫射光, 自然昼夜交替, 每个试验重复 3 次。每天定时用血球计数板测定培养物藻细胞浓度。培养时间为 10d。

(2) 温度试验——培养温度范围为 6~30℃, 共设 3 档温度: 6~15℃、15~25℃、25~30℃。光照为自然漫射光, 最高光照不超过 4000 lx, 自然昼夜交替。培养时间为 10d。

(3) 光照强度试验——根据实验室实际条件, 设 4 组光照试验: 朝南窗口漫射光 (8000~10000 lx)、朝北窗口漫射光 (4000~5000 lx)、暗室日光灯光源 (2000 lx)、室内自然光强 (400~500 lx), 每组各设 2 个重复, 各组光照周期为自然昼夜交替, 培养温度为室温 (10~22℃), 培养 10d 以上。

(4) 比重试验——光照 (2000 lx) 和室温 (10~22℃) 一定, 用自然河水稀释盐卤成 4 种比重的海水 (1.016、1.008、1.004、1.002) 配制 f/2 培养基进行培养, 各组设 2 个重复。

1.2.2 绿色耙夫藻用作罗氏沼虾生态系育苗的效果

试验按饵料组成成分成 4 组: 一组不投单胞藻而保持卤虫无节幼体密度 4 个/ml 作为对照; 其它 3 组除卤虫无节幼体 4 个/ml, 分别添加绿色耙夫藻 (保持 40×10^4 个/ml)、角毛藻 (20×10^4 个/ml)、小球藻 (40×10^4 个/ml), 每组供试幼体均为 600 尾, 试验设 3 个重复。试验用东海水产养殖公司深井水调配的人工海水 (比重 1.007) 在有效水体为 3 l 的大烧杯中进行, 水浴加热恒温 28℃, 光照 500~1000 lx, 各组均微量充气, 每天早晚吸污、换水、投饵各 1 次, 定期计数存活的幼体, 测量 10 尾幼体体长并检查发育状况。

2 结果

2.1 绿色耙夫藻的培养

2.1.1 生长

从藻类生长曲线 (图 1、图 2) 看出, 培养条件相同, 绿色耙夫藻的指数生长期 8~10d, 最高密度 $6.4 \times 10^6 \sim 9.8 \times 10^6$ 个/ml, 且高峰持续时间长; 角毛藻的指数生长期仅 2~3d, 最高藻细胞密度 $2.8 \times 10^6 \sim 4.0 \times 10^6$ 个/ml, 且高峰持续时间极短, 极易老化而藻群“崩溃”。

2.1.2 温度

表 1 显示绿色耙夫藻在 6~30℃ 的范围内均能生长繁殖, 且繁殖率随温度增高而提高。值得注意的是 6~15℃ 温度范围藻群繁殖率与其他 2 组差异不大, 最高密度符合生产要求。

2.1.3 光照强度

表 2 显示绿色耙夫藻在 500~10000 lx 光强范围内能生长、分裂繁殖。培养前期藻群增殖率随光强度加大而明显提高, 培养后期增殖率差异不大。特别是室内自然光强的一组, 光强仅为

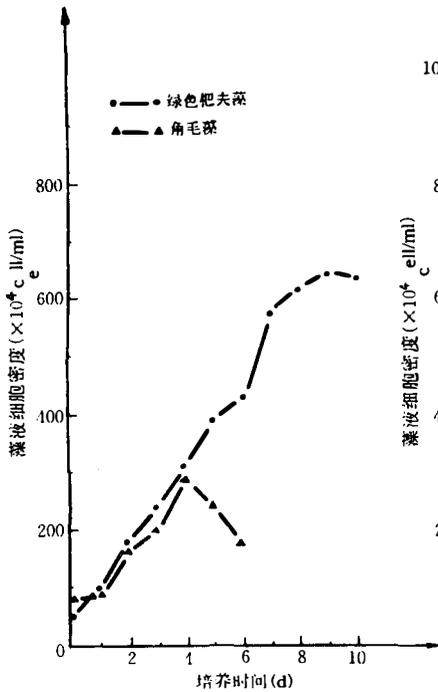


图1 朝北窗口自然漫射光(4000 lx)室温(25℃)条件下2种藻类的生长曲线

Fig. 1 Growth curves of two kinds of algae radiated by natural diffused light (4000 lx) from window facing north at room temperature(25℃)

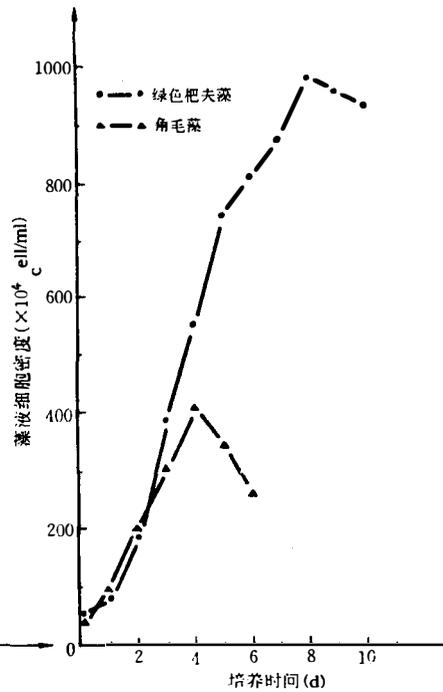


图2 朝南窗口自然漫射光(10000 lx)室温(25℃)条件下2种藻类的生长曲线

Fig. 2 Growth curves of two kinds of algae radiated by natural diffused light (10000 lx) from window facing south at room temperature (25℃)

表1 温度对绿色栉水藻生长繁殖的影响

Table 1 Effect of temperature on growth and reproduction of *Pavlova viridis*

	6~15℃	15~25℃	25~30℃
接种密度(x10 ⁴ cell/ml)	31	31	31
最高密度(x10 ⁴ cell/ml)	472	547	745
s. g. r	0.27	0.29	0.32

注： Specific growth rate (s. g. r), 即 $K = \frac{1}{t_1 - t_0} \ln \frac{N_1}{N_0}$

400~500 lx,藻群却能持续缓慢增长到较高密度,且藻液始终呈现鲜亮的黄绿色;而强光10000 lx 下培养后期常见藻细胞发白沉淀,藻液混黄,迅速老化。

表2 光照强度对绿色栉水藻生长的影响

Table 2 Effect of light intensity on growth of *Pavlovar viridis*

时间(d)		光照强度(kx)			
		10000	4000-5000	2000	400-500
0	N($\times 10^4$ cell/ml)	31	31	31	31
	s. g. r				
3	N($\times 10^4$ cell/ml)	264	219	179	73
	s. g. r	0.71	0.65	0.58	0.29
5	N($\times 10^4$ cell/ml)	338	280	185	95
	s. g. r	0.48	0.44	0.36	0.22
8	N($\times 10^4$ cell/ml)	417	380	260	145
	s. g. r	0.32	0.31	0.27	0.19
10	N($\times 10^4$ cell/ml)	667	583	385	242
	s. g. r	0.30	0.29	0.25	0.14
30	N($\times 10^4$ cell/ml)				510

2.1.4 盐度

表3表示绿色栉水藻能在比重为1.002~1.016的范围内正常生长,且随盐度变化藻群增殖率无显著差异($P>0.05$)。多次试用淡水(比重1.000)培养均未成功,说明该藻非淡水种。

表3 盐度对绿色栉水藻生长的影响

Table 3 Effect of salinity on growth of *Pavlova viridis*

比重	1.016	1.008	1.004	1.002
接种密度($\times 10^4$ cell/ml)	77	77	77	77
最高密度($\times 10^4$ cell/ml)	501	465	557	433
s. g. r	0.17	0.21	0.24	0.20

2.2 绿色栉水藻用作罗氏沼虾生态系育苗的效果

从罗氏沼虾幼体成活率、变态率比较分析和幼体体长变化(表4)来看,单胞藻添加组显著优于对照组($P<0.05$),添加栉水藻和角毛藻的幼体成活率(培养9d)是对照组的2倍;栉水藻与角毛藻育苗效果无差异,均优于小球藻($P<0.05$)。

表4 罗氏沼虾蚤状幼体成活率及生长状况

Table 4 Growth and survival of larvae of *Macrobrachium rosenbergii*

	对照组(清水)	栉水藻组	角毛藻组	小球藻组
试验幼体总数(尾)	600	600	600	600
9 d 幼体存活数(尾)	157	332	326	284
初始全长(mm)	1.56 \pm 0.05			
培养9 d 幼体全长(mm)	2.06 \pm 0.30	2.22 \pm 0.09	2.13 \pm 0.12	2.07 \pm 0.08
9 d 幼体发育期	III-IV	IV-V	IV-V	III-IV

3 讨论

在罗氏沼虾育苗水体中添加单胞藻,单胞藻类直接或通过卤虫生物包裹由食物链间接给幼体提供营养。另一方面单胞藻通过生理过程吸收水中氨化物和 CO_2 ,行光合作用增加溶氧量,为幼体创造良性循环的生存环境,从而可减少换水,大量节约人工海水,优化了育苗工艺。

根据长江口杭州湾河口地区罗氏沼虾育苗客观条件,选择建立人工生态系的理想用藻,一方面育苗效果要好,另一方面要能有效地大面积生产。上述地区育苗期间盐度低(比重1.002),使得常用的单胞藻类中只有广盐性的小球藻、角毛藻和绿色柁夫藻才能直接利用自然海水而无须人工配制海水培养[袁国英,1988;Chen,1991]。从育苗效果看,小球藻不如角毛藻和绿色柁夫藻,这可能是由于小球藻细胞壁厚,卤虫或幼体摄食后不消化。此外,本研究还初步测定了3种单胞藻的脂肪酸组成及含量,发现小球藻含18:2 ω 6较多,而高度不饱和脂肪酸(HUFA)的含量远低于角毛藻和绿色柁夫藻。甲壳类虽能将必需脂肪酸18:3 ω 3和18:2 ω 6合成为20:5 ω 3和22:6 ω 3,但转化率太低,不能满足幼体生长发育的需要,必须从外界摄取[McConaughy,1985]。即使少量的小球藻被消化,其营养的缺陷也会影响幼体存活率和生长速率。角毛藻的育苗效果虽然与绿色柁夫藻相当,但由于角毛藻的生长繁殖要求高温(25~35℃)、高光照(8000~10000 lx)[刘继渊,1982],与上述地区育苗期间自然水温低(10~20℃)、阴雨天多、光强弱(\leq 4000 lx)等客观条件不相适应,大量生产需人工加热或照明必然增加耗能。

绿色柁夫藻具有广温(6~30℃)、广盐(比重1.002~1.030)、对光强适应范围广(500~10000 lx),尤其对低光照、低温度、低盐度具有较强适应力,在长江口杭州湾河口区罗氏沼虾育苗生产季节(3~5月)能直接利用海区低盐度的河口水(比重1.002)在常温、自然光照条件下进行大面积生产。该藻具有指数生长期和高峰维持时间较长等生长特性,便于藻类培养与幼体培育协调同步,及时供应新鲜的藻液。绿色柁夫藻属金藻门(Chrysophyta)、普林藻纲(Prymnesiophyceae)、柁夫藻目(Pavloales),细胞具有不等长鞭毛,常作旋转游动,故在水中悬浮性好,分布均匀[Green,1955];细胞壁薄,幼体摄取后易消化,加之该藻含高度不饱和和脂肪酸丰富,能满足罗氏沼虾幼体生长发育之需,从而提高罗氏沼虾幼体的成活率和生长速率。

参 考 文 献

- [1] 朱正国等,1993.河口区中国对虾养殖水源的水质状况研究.海洋渔业,[1],13-15.
- [2] 华汝成,1980.单胞藻类的培养和利用,165-167,304-305.农业出版社(京).
- [3] 刘继渊,1982.硅藻之培养及其为草虾幼虫前期之饵料.中国水产(台刊),(357),25-30
- [4] 李增崇、高体佑,1981.罗氏沼虾,17-19.广西人民出版社.
- [5] 袁国英,1988.低盐度海水培养角毛藻试验.水产科技情报,(1):15-16
- [6] Chen, J. F., 1991. Commercial production of microalgae and rotifers in China. *Proceeding of a U. S. - Asia Workshop*. Honolulu, U. S. A.
- [7] Green, J. C., 1955. The fine structure and taxonomy of the Haptophyean. Flagellate *Pavlova lutheri* (Droop). *J. mar. biol. Ass. U. K.* (55):785-795.
- [8] McConaughy, J. R., 1985. Nutrition and larval growth. *Crustacean Issues*, (2):127-154.

PAVLOVA VIRIDIS AS BAIT FOR ARTIFICIAL PROPAGATION OF MACROBRACHIUM ROSENBERGII IN IMITATING ECOLOGICAL SYSTEM

Lu Jun and Zhang Dao - nan

(Department of Aquaculture, SFU, 200090)

ABSTRACT The characteristics of growth, the appropriate culture conditions and the effect of *Pavlova viridis* as feed on artificial propagation of *Macrobrachium rosenbergii* were studied in the paper. The results with strong evidence showed that *Pavlova viridis* grew well within a wide range of temperature (6–30°C), salinity (1.002–1.006) and light intensity (500–10000 lx), especially in low salinity (1.002) and low light intensity (400–500 lx). Compared with *Chlorella* sp. and *Chaetoceros* sp. as feed for *Macrobrachium rosenbergii* propagation, *Pavlova viridis* was as good as *Chaetoceros* sp. and better than *Chlorella* sp. Based on the experimental results, it could be concluded that *Pavlova viridis* was a suitable microalgae for artificial propagation of *Macrobrachium rosenbergii* in imitating ecological system.

KEYWORDS *Pavlova viridis*, *Macrobrachium rosenbergii*, artificial propagation, ecological system