

缢蛭稚贝饵料和底质的研究*

何进金 韦信敏 许章程

(国家海洋局第三海洋研究所)

提 要

给缢蛭稚贝投以三角褐指藻加钙质角毛藻和叉鞭金藻加钙质角毛藻的饵料效果最佳,稚贝不但生长快(日平均增长壳长82微米),而且存活率也高(90%)。饵料投放密度为:在培养第1—4天,2.5万个—5万个/毫升;第5—8天,每天增加至10万个/毫升左右;第9天后,可增至20万个/毫升。在稚贝培育初期宜在水底投放细砂或泥质砂,随着稚贝的生长发育,逐渐增加底质中泥土的比例,这样可提高育苗成活率。

关键词: 缢蛭, 贝苗培育, 饲料, 底质。

在底埋贝类稚贝培育中,除水质、水文条件和敌害会影响它的生长发育和存活外,饵料和底质也是二项关键因素。在人工育苗中,由于饵料和底质的不适宜,不仅会影响稚贝的生长发育和存活,甚至会导致稚贝大部或全部死亡,使育苗遭到失败而造成经济损失。因此,在稚贝培养中,对饵料和底质的选择越来越引起研究者和育苗工作者的注意和重视。

缢蛭(*Simonovacula constricta*)在国外不是主要的养殖对象,对它的研究甚少^[1]。在国内,由于室内培养稚贝时间长、难度大和不易观察,至今对稚贝饵料和底质尚未见过专门的报道,仅有些土池和海区部份观察分析资料^[2]。

本试验是在研究缢蛭浮游幼虫食性和生态条件的基础上^[3],根据稚贝的生活习性和食性,对它的饵料和栖息底质进行较系统试验,以提出培育稚贝的合理投饵方案和适宜底质,为人工和半人工育苗提供资料。

材 料 和 方 法

1. 材料,

稚贝由浮游幼虫培养获得,幼虫经6天培养变态成稚贝后,再继续培养2—3天,作为试验材料。

稚贝的饵料试验采用了浮游单胞藻和底栖硅藻为饵料。浮游单胞藻的种类是:叉鞭金藻(*Dicratia zhanjiangensis*)、钙质角毛藻(*Chaetoceros calcitrans*)、三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)、异胶藻(*Heterogloea* sp.)和扁藻(*Platymonas subcordifo-*

* 本文初稿承本所张金标副研究员、厦门大学海洋系许振祖老师审阅、修改,提出宝贵意见;黄翔玲同志参加部份工作;厦门大学海洋系许振祖、邱文仁老师提供大批缢蛭D型面盘幼虫,使试验能顺利进行,特此致谢。

rmis)。底栖硅藻的种类主要为东方弯杆藻^[5,8](*Achnanthes orientalis*)。

稚贝底质试验使用了砂(125—250微米)、泥(2—4微米)、贝壳(海边沙滩上碎贝壳)、粉砂(50微米以下)、泥质砂(砂75%、泥25%)、砂质泥(泥75%、砂25%)泥质砂加贝壳和砂质泥加贝壳等8种底质。上述底质均经高压消毒锅消毒(15磅,15分钟)。每种底质称35克,混合底质按比例加入。

稚贝底质试验的饵料为钙质角毛藻和三角褐指藻混合投放。投放密度为10万个/毫升,培养4天后增加至20万个/毫升。

2. 方法:

(1) 试验条件 除放养稚贝200个,即平均每毫升培养液为0.5个外,其它条件均和缢蛏浮游幼虫饵料试验条件相同^[9]。

(2) 试验方法 稚贝饵料试验使用了6种不同类型和大小的单细胞藻为稚贝的饵料。试验分成单一和混合投放两个类型,共11组,每组又分成4个不同的投放密度,另外设不投饵的为对照组。

在试验中,每培养4天在倒置显微镜下检查稚贝胃内饱满度,并且取出10%—15%的个体测量稚贝的壳长。

稚贝底质分别进行了稚贝投放底质的适合时期、稚贝附着和栖息的最适底质及不同发育阶段稚贝对底质的选择等试验。除了第三个试验连续进行了55天外,其余均只培养30天。

上述每项试验都重复两次以上,每一培养组有两个相同的培养杯。培养杯中每隔48小时利用国产100微米左右孔径的筛绢过滤换水,并重新加入已过滤消毒和加抗菌素的海水和饵料。饵料添加的计数方法和菲律宾蛤仔浮游幼虫饵料试验计算饵料方法相同^[9]。

稚贝底质试验检查观察较难,待试验结束时,把栖息于底质中的稚贝清洗出来,然后在倒置显微镜下统计存活个数和取出样品的10—15%测量其壳长。

结 果

1. 稚贝适宜饵料的种类和密度:

(1) 稚贝摄食各种单一饵料类的生长速度和存活率 缢蛏幼虫变态成稚贝后,它的生活方式从浮游转入底栖。随着生活方式的改变,它的摄食方式也随之而异,从靠面盘纤毛拨动海水中的食物,转为靠水管和鳃纤毛过滤海水中的食物摄入口中。根据稚贝此期的食性,试验使用了几种浮游单胞藻和底栖硅藻为稚贝饵料,其结果如图1、表1。

试验结果表明:以扁藻为稚贝饵料,培养8天,稚贝才生长至293.7微米,培养至12天,发现大部份死亡。以底栖硅藻和异胶藻为稚贝饵料,发现稚贝生长缓慢,培养12天,稚贝壳长分别为328和397微米,同时稚贝活动力不强,死亡率也高。投以三角褐指藻为饵,稚贝生长和存活率虽比上述几种饵料好些,但发育到双水管期稚贝的时间长,培养20天时,已有80%死亡。如果分别投以叉鞭金藻和钙质角毛藻为稚贝饵料,检查结果是稚

贝生长迅速,培养 20 天壳长达 1261.8 微米,日平均增长壳长分别为 72 和 73 微米;发育到双水管的稚贝时间短,只要培养 12 天已有部份稚贝发育到双水管期;存活率也高,培养 20 天分别达到 67%和 50% 以上。上述结果说明,叉鞭金藻和钙质角毛藻是稚贝的良好饵料,其它 4 种则不很理想。叉鞭金藻和钙质角毛藻之所以好,主要是细胞壁薄易被稚贝消化,其次是所含营养成分能满足稚贝生长发育的需要。其它种类不很理想,主要原因有三,一是细胞壁厚不易被稚贝消化,二是所含营养成分无法满足稚贝的需要,三是有的种类活动力太强,稚贝难于摄食到。

(2) 稚贝摄食混合饵料的生长速度和存活率 在海洋双壳类幼虫和稚贝的培育中,已证实投放混合饵料比单一一种可获更佳的效果^[6,10-11]。为了摸清缢蛏稚贝摄食混合饵料的效果,试验选用了几种混合饵料为稚贝饵料,其结果如图 2、表 2 所示:稚贝摄食钙质角毛藻加三角褐指藻和叉鞭金藻加钙质角毛藻的效果最佳,不仅生长速度快、发育成双水管期时间短,而且存活率也高。其次是叉鞭

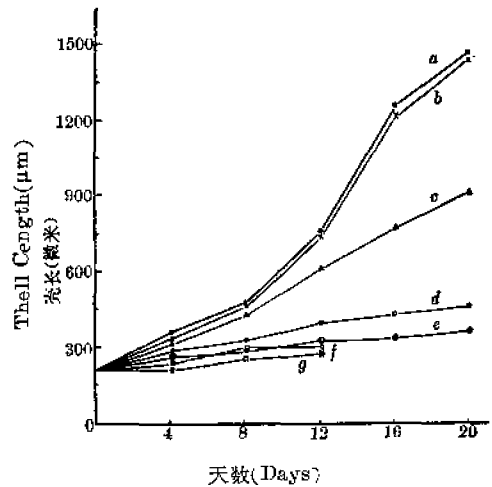


图 1 稚贝摄食各不同单一种类饵料的生长速度
Fig. 1 Growth rate of young Clam *Simonovacula constricta* under feeding different algae

- a. 叉鞭金藻(*D. zhanjiangensis*);
- b. 角毛藻(*C. calcitrans*);
- c. 褐指藻(*P. tricorutum*);
- d. 底栖硅藻(*Benthic diatom*);
- e. 异胶藻(*Heterogloea sp.*);
- f. 扁藻(*P. subcordiformis*);
- g. 对照组(control group)

表 1 缢蛏稚贝摄食各单一一种饵料的发育和存活
Table 1 Development and survival of young clam under feeding different algae

饵料 Foods		开始出现双水管的时间(天) Developed time from larvae to bifora (Days)	培养 20 天后双水管稚贝的百分率 Percentage of clam with bifora to total cultured for 20 days (%)	培养 20 天后存活率 Survival rate of clam cultured for 20 days (%)	日平均增长壳长(微米) Mean increment in shell length per day (µm)
种类 Species*	密度 Density ($\times 10^4$ /ml)				
叉鞭金藻(D. e)	10	12	43.5	67.5	73.8
钙质角毛藻(C. c)	10	12	29.0	56.0	72.0
三角褐指藻(P. t)	10	20	个别	14.0	45.7
底栖硅藻(BD)	2.5	—	—	少数存活	23.3
异胶藻(H. s)	50	—	—	少数存活	18.0
扁藻(P. s)	5	—	—	全死	—
对照 control	0	—	—	全死	—

* D. s: *Dicrateria zhanjiangensis*; C. c: *Chaetoceros calcitrans*; P. t: *Phaeodactylum tricorutum* BD: Benthic Diatom; H. s: *Heterogloea sp.*; P. s: *Platymonas subcordiformis*; as so as below.

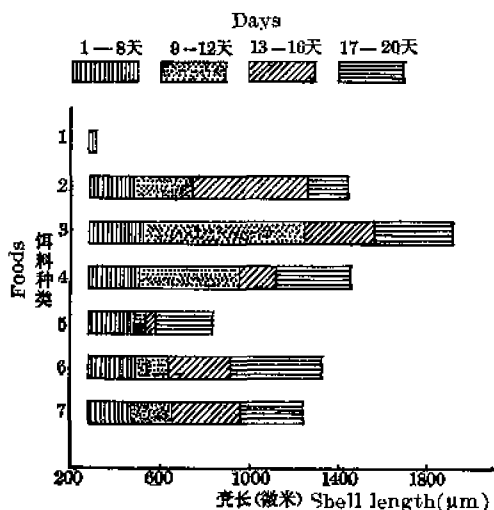


图2 稚贝摄食不同混合饵料的生长速度

Fig. 2 Growth rate of young clam under feeding various composed food

1. 对照组(Control group); 2. 叉鞭金藻(D. z); 3. 钙质角毛藻+三角褐指藻(C. c+P. t); 4. 叉鞭金藻+钙质角毛藻(D. z+C. c); 5. 三角褐指藻+底栖硅藻(P. t+BD); 6. 钙质角毛藻+底栖硅藻(C.c+BD); 7. 叉鞭金藻+底栖硅藻(D. z+BD)

表2 缢蛏稚贝摄食各种混合饵料的发育和存活

Table 2 Development and survival rate of young clam under feeding different composed food

饵 料 Foods		开始出现双水管 的时间(天) Developed time from larvae to bifora (Days)	培养 20 天后双水 管稚贝的百分率 Percentage of clam with bifora to total cultured for 20 days (%)	培养 20 天后 的存活率 Survival rate of clam cultured for 20 days (%)	日平均增长壳长 Mean increment in shell length per day (μm)
种 类 Species	密 度 Density ($\times 10^4$ /ml)				
叉鞭金藻+底 栖硅藻 (D. z+BD)	5+0.5	16	16.5	48.5	48.6
钙质角毛藻+ 底栖硅藻 (C. c+BD)	5+0.5	16	18.0	65.5	52.8
三角褐指藻+ 底栖硅藻 (P. t+BD)	5+0.5	—	—	28.5	28.9
叉鞭金藻+钙 质角毛藻 (D. z+C. c)	5+5	12	61.0	88.5	60.3
三角褐指藻+ 钙质角毛藻 (P. t+C. c)	10+10	12	80.5	96.0	82.0
叉鞭金藻 (D. z)	10	12	43.5	67.5	59.9
对照 Control	0	—	—	全死 dead	—

金藻加底栖硅藻和钙质角毛藻加底栖硅藻的混合投放。最差是三角褐指藻加底栖硅藻的混合投放。

上述结果说明,混合饵料效果虽好,但不是随便二种混合均能获得相同的效果。有些混合后,效果比单一投放有明显的增加,有些则不然。据分析,主要是各种单胞藻所含营养成分不一所致。

(3) 不同饵料密度对稚贝生长和存活的影响 单细胞藻类的个体大小相差较大,本试验所使用的单胞藻大小从4—20多微米。由于个体大小不一,投放密度应按藻体大小来考虑,不能采用同一的投放密度。为找出适宜饵料种类的投放密度,试验选用了几种饵料不同的密度,其结果表明:(1)在几种饵料的不同投放密度的各种试验中,稚贝的生长速度都比对照组(不投饵)的生长速度快,但不同的饵料密度,稚贝的生长和存活情况明显不

表3 不同饵料生物种类及其密度对稚贝生长和存活的影响
Table 3 Effects of the various species and density of food on the growth and survival of the young clam

饵料 Foods		壳 长 Shell length (mm)					培养20天后双水管稚贝的百分率 Percentage of clam with bifora to total cultured for 20 days	培养20天存活率 Survival rate of clam cultured for 20 days
种 类 Species	密 度 Density ($\times 10^4/ml$)	4 天 4 days	8 天 8 days	12 天 12 days	16 天 16 days	20 天 20 days	(%)	(%)
叉鞭金藻 (D. z)	10	849.9	478.0	756.9	1261.9	1463.6	49.5	67.5
	5	330.2	494.9	922.6	1136.9	1425.0	32.5	56.5
	1	323.9	433.9	574.9	593.2	846.8	—	21.5
	0.5	314.5	361.7	478.8	590.5	大部已死	—	—
钙质角毛藻 (C. z)	20	944.5	465.1	739.7	1263.7	1503.9	25.5	53.5
	10	324.1	423.1	719.2	1015.4	1373.7	29.0	56.0
	5	311.2	443.6	661.1	845.2	1085.3	少数	45.0
	1	299.3	354.8	455.1	585.2	694.5	—	35.5
叉鞭金藻+ 钙质角毛藻 (D. z+C. c)	5+5	405.8	506.0	965.9	1113.3	1471.4	61.0	88.5
	2.5+2.5	373.6	512.5	901.1	973.3	1311.3	37.5	78.0
	0.5+0.5	361.9	453.3	631.0	785.9	1045.7	0.6	60.0
	0.25+0.25	341.2	399.4	572.8	717.1	766.2	—	53.0
三角褐指藻+ 钙质角毛藻 (P. t+C. c)	10+10	373.6	525.9	1249.6	1563.2	1905.7	80.5	96.0
	5+5	354.2	569.3	1080.9	1160.7	1419.4	55.0	95.0
	2.5+2.5	345.6	460.8	718.7	817.6	1124.0	少数	45.0
	0.5+0.5	278.1	395.7	612.8	599.4	765.7	个别	39.5
钙质角毛藻+ 底栖硅藻 (C. c+BD)	5+0.5	360.7	488.8	627.5	916.5	1320.5	18.0	65.5
	2.5+0.1	323.0	425.8	539.4	613.0	1057.8	个别双水管	33.5
	1.25+0.05	328.4	410.2	521.1	大部全死	已死	—	—
	0.5+0.025	298.3	347.8	390.8	大部全死	已死	—	—
对 照 (Control)	0	250.9	276.4	289.8	全死	全死	—	—

同；(2)在用几种较理想的单一和混合饵料所作的试验中，稚贝的生长速度和存活率随着饵料投放密度的增加而增加(见表3)；(3)当投饵密度相同时，摄食混合饵料的稚贝比摄食单一饵料的生长速度快。

2. 温度、海水比重和饵料密度对稚贝摄食量的影响：

(1) 不同温度和海水比重与稚贝摄食量的关系 试验结果表明：(1)在适宜温度范围内，稚贝摄食量和生长速度随着温度的升高而增加；(2)在适宜温度下，水温越高，稚贝的存活率越低(表4)；(3)在1.005—1.015的海水比重范围内，三个比重组稚贝摄食量没有明显差别，且均能正常生长和发育至双水管期，可见它们对盐度的要求不高。

表4 不同温度下稚贝的摄食量、生长量和存活率
Table 4 Feeding amount, growth and survival of young clams in various levels of temperature

时间(天) Days	4			8			12			16			20		
温度 Temperature (°C)	30	25	20	30	25	20	30	25	20	30	25	20	30	25	20
摄食量 Feeding Amount ($\times 10^4/ml$)	7.0	6.5	4.5	9.0	7.5	6.0	9.0	8.0	7.5	10	9.5	9.0	10	9.5	6.0
剩余量 Surplus ($\times 10^4/ml$)	3.0	3.5	5.5	1.0	2.5	4.0	1.0	2.0	2.5	0	0.5	1.0	0	0.5	4.0
壳长 Shell Length (μm)	429.5	409.6	376.8	704.1	754.9	613.7	1152.0	948.8	888.5	1235.5	1339.4	977.1	1647.3	1546.5	1406.1
培养20天后的存活率(%) Survival rate for 20 days cultured	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.5	90.2	95.0

(2) 不同投饵密度对稚贝摄食量的影响 用混合饵料(钙质角毛藻加三角褐指藻)，以不同投饵密度(20万个/毫升、10万个/毫升和5万个/毫升)培养稚贝的结果(见表5)表明：稚贝的摄食量随着饵料投放密度的增加而增加。另外，稚贝的生长速度在培养初期(前4天)，饵料密度越高，稚贝生长越慢，但培养5天后，稚贝的生长速度则随着投放密度的增加而加快。

表 5 不同饵料生物密度的稚贝的摄食量、生长量和存活率
 Table 5 Feeding amount, growth and survival of young clam
 under various levels of food density

时间(天) Days	4			8			12			16			20		
饵料密度 Food Density ($\times 10^4/ml$)	20	10	5	20	10	5	20	10	5	20	10	5	20	10	5
摄食量 Feeding Amount (10/ml)	11.5	9.0	4.0	13.5	9.0	3.5	19	10	5	20	10	5	17.5	8.5	5
剩余量 Surplus (10/ml)	8.5	1.0	1.0	6.5	1.0	1.5	1	0	0	0	0	0	2.5	1.5	0
壳长 Shell Length (Um)	394.1	436.0	441.4	779.2	626.6	607.6	1083.1	980.5	902.3	1096.3	1094.2	991.2	1774.5	1451.6	1156.3
培养 20 天后的 存活率 Survival rate for 20 days cultured	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95.0	90.0	71.5

3. 稚贝适宜的栖息底质:

(1) 人工育苗中投放底质的时间 在人工育苗中,何时投放底质较适宜,这是关系育苗成活率高低的關鍵之一。为此,试验选择了壳顶幼虫后期、稚贝初期和稚贝单水管期投放砂底质,试验结果如表 6。

从表 6 可以看出,至稚贝期才投放底质较合适。在这个期投放砂底质,经 30 天培育,稚贝的存活率可高达 70.0%,生长速度快,日平均增长壳长达 77.2 微米。而其它二个时期投放底质有的存活率高,但生长速度慢;有的生长速度快,而存活率低。总之,在人工育苗中,在变态成稚贝后才投放底质较合适。

(2) 稚贝适宜的栖息底质 试验选择了几种不同类型的材料作为稚贝附着和栖息的底质,其结果如图 3—4。

从图 3—4 说明:(1)试用的几种底质稚贝都能附着和生长发育,但不同底质对稚贝的存活率有很大影响。其中砂、泥质砂加贝壳、泥质砂和砂质泥加贝壳等底质的稚贝存活率高,分别在 58—84%之间,而泥和贝壳底质的稚贝存活率最低,仅有 0.4%左右,粉砂和砂质泥底质的稚贝存活率也不高。(2)不投放底质,但只要经常把稚贝壳表面洗刷干净,稚贝存活率也可达 80%左右。(3)在不同底质中,稚贝的生长速度和存活率正好相反,即稚贝存活率越高,它的生长速度越慢,反之,则它的生长速度越快。从这个结果可以证明,底

表6 不同幼体发育期投放底质的生长和存活
Table 6 Growth and survival of young clam as sand bottom was taken in different developing stage

开始投放底质的期别 Stages	底质 Bottom Condition	实验开始时的稚贝数(个) Numbers of Individual in Beginning	实验天数 Experimental Days	存活率 Survival Rate (%)	培养30天后的壳长 Shell Length for 30 Days Cultured	壳长日平均增长 Mean Increment in Shell Length Per Day (μm)
壳顶幼虫后期 Post-Umbo-Larva Stage	砂 Sand	200	30	57.8	2080.5	
稚贝初期 Early Stage of Young Clam	砂 Sand	200	30	70.0	2316.9	77.2
单水管期 Monofora Stage	砂 Sand	200	30	70.2	1725.9	

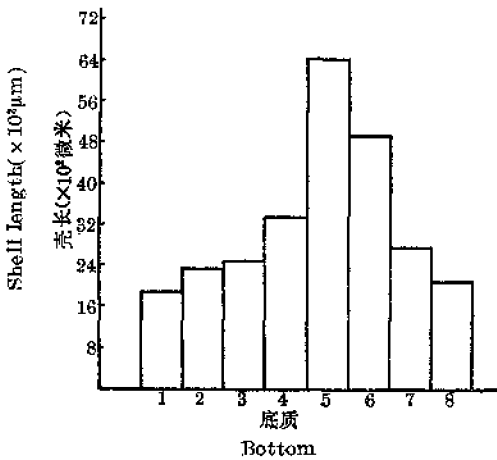


图3 培养30天不同底质稚贝壳长增长比较
Fig. 3 Comparison of shell length of the young clam under different bottom condition for 30 days cultured

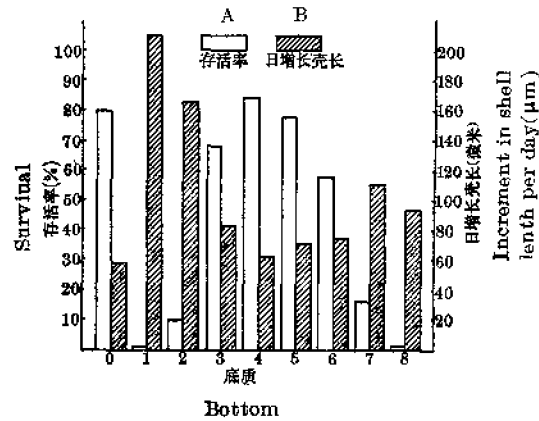


图4 培养30天不同底质稚贝的存活率和日增长量比较
Fig. 4 Survivals and growth of young clam in various bottom condition for 30 days cultured

- 1—砂 (sand),
- 2—砂质泥加壳 [mud (75%) with sand and shell fragments (25%)]
- 3—泥质砂 [sand (75%) with mud (25%)],
- 4—粉砂 [fine sand (smaller than 50μm)]
- 5—泥 (mud),
- 6—砂质泥 [mud(75%) with sand]
- 7—贝壳 (shell),
- 8—泥质沙加壳 [sand (75%) with mud and shell fragments (25%)]

- 0—空白(无底质)(nothing),
- 1—泥(mud)
- 2—砂质泥[mud (75%) with sand],
- 3—泥质砂 [sand(75%) with mud]
- 4—砂(sand),
- 5—泥质砂加壳[sand (75%) with mud and shell fragments (25%)]
- 6—砂质泥加壳 [mud (75%) with sand and shell fragments (25%)]
- 7—粉砂 [fine sand (smaller than 50μm)]
- 8—贝壳 (shell)
- A—survival
- B—increment in shell length per day

质的适宜与否直接影响稚贝的存活率,而饵料多少则影响稚贝的生长速度,因为培养杯中的饵料是一样的,存活率高的试验组相对摄食饵料量少,而存活率低的试验组杯中稚贝个数少,稚贝的相对摄食量多。所以才会出现存活率越高,而生长速度越慢这样结果。要使存活率高而且生长速度快,必须增加饵料密度。

(3) 稚贝不同发育阶段所栖息底质的砂泥比例 在稚贝不同发育阶段投放不同比例砂泥底质的试验表明,稚贝发育时期不同,它对所栖息底质的要求也不一样。在稚贝双水管期,含泥比例高的底质(砂泥比例为 5:4)的稚贝存活率比砂底质或含泥低的底质的稚贝存活率高,如培养 55 天的稚贝,在砂底质的存活率是 66.3%,而 5:4 的砂泥比例的存活率则是 92.5%。上述结果表明,刚变态的稚贝附着时要求含砂量多的底质,以利于附着生活,而随着稚贝生长发育,其进出水管逐步完善,而从附着生活转入埋栖生活,底质含泥量多则对它挖洞极为合适。

讨 论

1. 稚贝饵料种类和投饵密度的选择:

在自然海区和土池中生活的稚贝胃内含物分析表明,稚贝食料主要是小型底栖硅藻和易下沉的浮游硅藻^[4]。在室内稚贝饵料试验中,我们既使用了底栖硅藻又使用了浮游单胞藻为稚贝的饵料,试验结果表明,稚贝摄食在试验所使用的底栖硅藻的效果不理想。这并不是说底栖硅藻不是缢蛭稚贝的饵料,而是说明不同种类的底栖硅藻所含的营养成份不同,它的饵料效果也不一样。上述结果与菲律宾蛤仔稚贝摄食不同种底栖硅藻的效果不同^[4]是一致的。但试验证明,使用三角褐指藻加钙质角毛藻、叉鞭金藻加钙质角毛藻为稚贝饵料效果较佳。投以上述饵料,稚贝生长速度快,最好饵料培养的稚贝日平均增长壳长可达 82 微米,比土池稚贝日增长 45.6 微米、海区日增长壳长 5.5 微米^[4]快了很多,而且稚贝存活率也高。所以,在稚贝培育中,应选择钙质角毛藻加三角褐指藻和叉鞭金藻加钙质角毛藻为稚贝饵料。但考虑到缢蛭育苗时水温和所使用饵料的适温范围,可以考虑采用;在水温 20°C 以上育苗时,应以叉鞭金藻加钙质角毛藻混合投放为宜,因这二种藻类的适温都在 25°C 左右;育苗水温在 20°C 以下时,可选择三角褐指藻加钙质角毛藻混合投放,因三角褐指藻在 20°C 以上生长不适宜。总之,培养稚贝时要根据具体条件来确定采用何种饵料。

缢蛭食料分析表明,它对所摄食饵料没有选择性^[10]。缢蛭稚贝摄食饵料也类似于成体,对摄食饵料种类没有选择性,只要饵料大小合适,营养丰富和容易摄食,稚贝都能大量摄食。这样,在室内外培育稚贝时,采用浮游幼虫的饵料来培育稚贝,也同样可获得满意的结果。这个结果和蛤仔稚贝的培养基本相似^[8]。

在稚贝的培育中,选择适宜饵料种类固然重要,但饵料的合理投放密度也不可忽视。从不同饵料投放密度所得结果可知,饵料密度高低对稚贝的生长影响很大。在培养初期,(1—4天),投饵密度高,稚贝的生长反比投饵密度低的生长要慢,其后,稚贝的生长速度随着饵料密度的增加而增加(图 5)。因此,在稚贝培育时,应在不同时期投放不同密度的饵料:在第 1—4 天,每天投饵料密度为 2.5 万个—5 万个/毫升;第 5—8 天,每天增加至 10

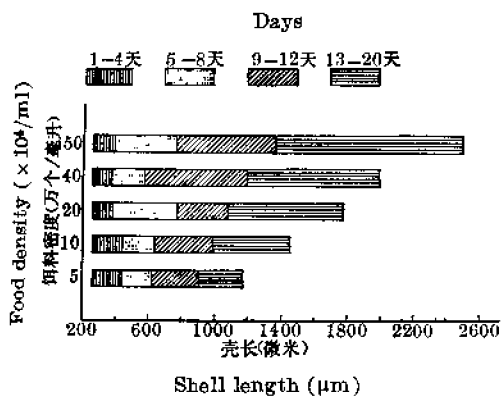


图5 稚贝摄食不同饵料密度的生长速度

Fig. 5 Growth rate of young clam under different food organism density

万个左右/毫升；第9天后，可增至20万个/毫升。

试验结果还表明，当饵料密度高时，稚贝不但生长快，而且成活率也高。但是在高密度投饵时，必须特别注意光照强度。实践证明，在暗条件下培养稚贝，如果投以高密度的饵料，则稚贝生长慢，死亡率高；而在照度3200勒克斯左右培养稚贝，即使饵料密度高达50万个/毫升(二天)，稚贝生长和存活率却都比其它饵料密度组高(图5)。可见光照在稚贝培育中也是一个重要因素，有待今后进一步探讨。

2. 人工育苗中稚贝栖息底质的选择:

王维德等报道，文蛤幼虫变态成稚贝后能分泌大量粘液，如没有及时投放底质或换水处理，往往会发生大量死亡^[2]。缢蛏幼虫变态成稚贝后，也观察到类似的现象。所以，如能在适时投放适宜的砂底质，可使稚贝贝壳保持洁净，提高稚贝的成活率。室内试验表明，在稚贝期投放底质较适合。据上述结果，在缢蛏人工育苗时，培养浮游幼虫可不必放底质，待幼虫变态成稚贝后再投放底质，育苗效果会更好些。

缢蛏幼虫变态成稚贝后，它的生活习性从匍匐、爬行、附着到掘洞埋栖。在整个过程中，它对底质有较强的选择性。据报道，早期稚贝是需要用足丝粘着在物体上，所以有含砂量大时，其附着量亦多的现象^[4]。室内试验结果和自然海区观察是一致的。从上述结果可以认为：较硬的砂粒或碎贝壳适于稚贝暂时附着；较细软的砂泥适于稚贝掘洞埋栖。室内所使用的砂、泥质砂、泥质砂加贝壳和沙质泥加贝壳等底质具有上述条件，故稚贝存活率高。其它底质之所以效果不好，主要是不具备这二个条件：有些底质虽适宜附着，但不适宜稚贝掘洞埋栖；有的底质虽适宜稚贝足的掘洞，但又不适于附着。

在自然海区还观察到，稚贝经过一个阶段的发育，至水管形成后，则离开它的初次附着的地方，随着潮流去寻找适于其埋栖生活的泥质海涂^[4]。在室内试验中，我们也发现，纯砂底质，当稚贝水管形成后，经常发现它们沿玻璃壁爬上来，而泥质砂或砂质泥则没有这个现象。由此可见缢蛏稚贝不同发育阶段对底质的要求是不一样的。从室内稚贝不同发育阶段所栖息底质的不同砂泥比例也说明这一问题。所以，根据缢蛏稚贝的栖息习性，可以说明，随着稚贝的生长发育，它栖息底质逐步由砂底质转向泥质砂底质。从上结果可提出，在人工育苗时，幼虫变态成稚贝后，开始应投放细砂或泥质砂底质，随着稚贝的生长发育，逐渐增加泥的比例，这样可以提高育苗的成活率。

参 考 文 献

- [1] 山东水产学校主编,1980. 贝类养殖学. 农业出版社.
- [2] 王维德等,1980. 文蛤人工育苗的初步研究. 动物学杂志,(4):3—16.
- [3] 王中元,1960. 缢蛏半人工采苗中附着期的预报. 太平洋西部渔业研究委员会第五次全体会议论文集, 38—39.
- [4] 龙海县水产局等,1976. 缢蛏全人工育苗的研究 1. 土池人工育苗试验菌获成功. 厦门大学学报(自然科学版),(2):10—37.
- [5] 陈世杰等,1977. 鲍鱼的饵料——底栖硅藻的培养方法. 动物学报,23(1):47—53.
- [6] 何进金等,1981. 菲律宾蛤仔幼虫食料和食性的研究. 水产学报,5(4):275—284.
- [7] 湛江水产专科学校主编,1980. 海洋饵料生物培养. 农业出版社.
- [8] 何进金,1984. 菲律宾蛤仔稚贝食料和食性的研究. 水产学报,8(2):99—106.
- [9] 何进金,1984. 缢蛏浮游幼虫饵料的研究. 台湾海峡,3(2):208—216.
- [10] 潘星光,1959. 缢蛏的生态观察与食性分析. 动物学杂志,3(8):16—18.
- [11] Kinne, O., 1977. "Marine Ecology," Vol. III. Cultivation Part 2: 900—923.
- [12] Loosanoff, V. L and Davis H. C., 1963. Rearing of bivalve mollusks Advances in marine viology, 1: 1—136. Academic Press London, New York.

STUDY ON FOOD AND SUBSTRATE OF *SINONOVACULA CONSTRICTA* (LAMARCK) SPAT

He Jinjing, Wei Xingming and Xu Zhangcheng

(The Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Abstract

1. The spats of *Simonovacula constricta* (Lamarck) were fed with the mixed algal cultures of *Phaeodactylum tricosterum*, *Chaetoceros calcitrans*, *Dicrateri zhanjiangensis* and *Chaetoceros calcitrans*, to obtain the expected results. The spats not only attain a fast growth in increasing shell length daily but also has a high survival rate at 90%.

2. In addition to the screening of food culture, attentions should also be paid to the density of food. According to the experiments, daily food density should be kept at 25-50 thousand individual per milliliter at the first four days, and about 100 thousand individuals per milliliter during the fifth to eighth day. The density can be increased to 200 thousand individuals per milliliter after the ninth day of culturing.

3. In the artificial culturing of *Simonovacula constricta*, fine sand or silt with sand substrate should be provided when the metamorphosis of larvae into spats take place. In order to obtain high survival rate of the spats, the proportion of mud should be increased with the development and growth of the spats, (in the stage of bifora, sand: mud = 5:4).

Key Words: *Simonovacula constricta*, Spat culture, Food, Bottom condition.