

缢蛏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

给缢蛏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83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: 缢蛏, 贝苗培育, 饵料, 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,饲料和底质也是二项关键因素。在人工育苗中,由于饲料和底质的不适宜,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,对饲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。

缢蛏(*Sinonovacula 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,至今对稚贝饲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]。

本试验是在研究缢蛏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,对它的饲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(*Dicrateria zhanjiangensis*)、钙质角毛藻(*Chaetoceros calcitrans*)、三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornerutum*)、异胶藻(*Heterogloea* sp.)和扁藻(*Platymonas subcordifor-*

* 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蛏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^[5,9](*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,从靠鳃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

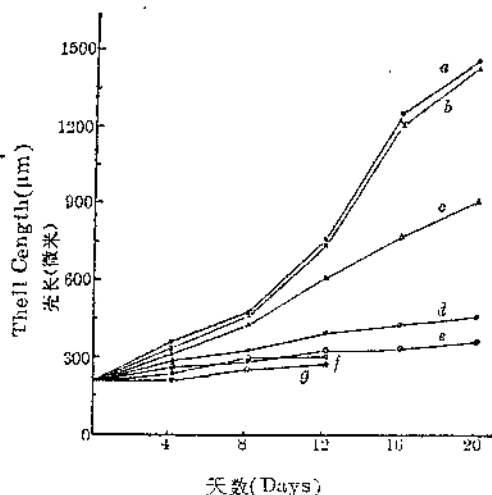


图 1 稚贝摄食各不同单一种类饵料的生长速度

Fig. 1 Growth rate of young Clam *Simnonovacula constricta* under feeding different algae

- a. 叉鞭金藻(*D. zhanjiangensis*);
- b. 角毛藻(*C. calcitrans*);
- c. 褐指藻(*P. tricornutum*);
- 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 (× 10 ⁴ /ml)				
叉鞭金藻(D. e)	10	12	48.5	67.5	72.8
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	—	—	个别	—
对照 control	0	—	—	全死	—

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

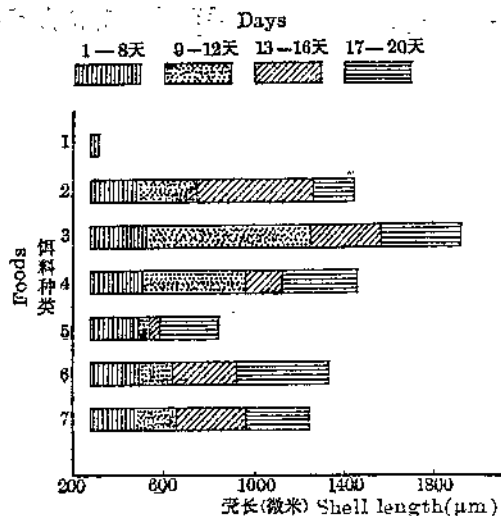


图2 稚贝摄食不同混合饵料的生长速度

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)	培养20天后双水管 稚贝的百分率	培养20天后 的存活率	日平均增长壳长
种类 Species	密度 Density ($\times 10^4$ /ml)	Developed time from larvae to bifora (Days)	Percentage of clam with bifora to total cultured for 20 days (%)	Survival rate of clam cultured for 20 days (%)	Mean increment in shell length per day (μ m)
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	—	—	38.5	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	32.0
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 ($\times 10^4/\text{ml}$)	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	349.9	478.0	756.9	1261.9	1463.6	43.5	67.5
	5	330.2	434.9	922.6	1126.9	1425.0	32.5	56.5
	1	323.9	433.9	574.9	593.2	846.3	—	21.5
	0.5	314.5	361.7	478.8	590.5	大部已死	—	—
钙质角毛藻 (C. z)	20	344.5	465.1	789.7	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	290.3	354.3	455.1	535.2	694.5	—	25.5
叉鞭金藻 + 钙质角毛藻 (D. z + C. z)	5 + 5	405.8	506.0	965.9	1113.3	1471.4	61.0	38.5
	2.5 + 2.5	373.6	512.5	901.1	973.3	1311.3	37.5	73.0
	0.5 + 0.5	361.9	453.3	631.0	735.9	1045.7	0.6	60.0
	0.25 + 0.25	341.2	399.1	572.8	717.1	766.2	—	53.0
三角褐指藻 + 钙质角毛藻 (P. t + C. z)	10 + 10	373.6	525.9	1249.6	1563.2	1905.7	80.5	96.0
	5 + 5	354.2	560.3	1080.9	1160.7	1419.4	55.0	95.0
	2.5 + 2.5	345.6	460.8	713.7	817.6	1124.0	少数	45.0
	0.5 + 0.5	278.1	395.7	612.3	599.4	765.7	个别	39.5
钙质角毛藻 + 底栖硅藻 (C. z + BD)	5 + 0.5	360.7	488.8	627.5	916.5	1320.5	13.0	65.5
	2.5 + 0.1	323.0	425.8	539.4	618.0	1057.8	个别双水管	33.5
	1.25 + 0.05	323.4	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 (μ m)	429.5	409.6	376.8	704.1	754.3	613.7	1152.0	948.8	883.5	1235.5	1330.4	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	20.2	25.0

(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。