

贻贝育苗中不同饵料的饲养效果比较*

张福绥 马江虎 何义朝 李淑英 刘祥生 于硕恩

(中国科学院海洋研究所)

培育双壳类软体动物幼苗所需的饵料,是指池内培育阶段适合于幼虫和幼苗(壳长一般在1mm以下)的饵料。育苗成功的关键问题之一为是否已经选择到这样的饵料。自40年代找到适宜的饵料生物以后,双壳类幼虫的培养才取得较明显的成效。以往利用过的一些饵料生物已有文献系统记载^[9,10,19,21,22]。我国贻贝人工育苗是在分离与培养出扁藻^[2]以后才获得成功的^[1,3,4]。随着研究工作的深入以及适应各种不同情况的需要,采用的饵料种类越来越多样化。从生产性育苗特别是多茬育苗^[5]考虑,必须因地制宜地筛选出一定种数的饵料,以便在不同培养条件下有机动选择的余地。同时还应找出适宜的投饵数量,以求取得较好的育苗效果。为此目的,我们于1975—1978年结合生产性育苗的需要进行了一些饵料饲养实验。本文根据实验结果以及多年来生产性育苗的实践,对贻贝育苗的饵料问题进行总结,侧重于不同饵料的饲养效果比较。

一、材料与方 法

本文论述下列饵料:褐指藻 *Phaeodactylum ticornutum* Bohlin (包括三辐型 triradiate, 纺锤型 fusiform 和小纺锤型 small fusiform, 图1), 角刺藻 *Chaetoceros mülleri* Lemmermann, 亚心形扁藻 *Platymonas subcordiformis* (Wille) Hazen, 微绿球藻 *Nannochloris oculata*, 湛江叉鞭金藻 *Dicrateria zhanjiangensis*, 啤酒酵母, 医用酵母片和豆粉等。由于有些种类的生态特点差别较大,或有时受材料限制,实验只能分批进行,但皆以褐指藻(三辐型)为对比标准,另外设有对照(不投饵)。

确定一种单胞藻(或物质)是否适合于作为某种幼虫的饵料及其效果如何,通常是进行饲养试验。该法比较稳妥可靠,并能定量检验饵料效果,本文实验即采用此法。此外,我们还试验总结了饵料效果的定性检验方法。即原来无色透明的幼虫,摄食具色素的藻细胞后,如不能消化吸收,则内脏团仍为无色(不计胃内所含饵料的颜色);如消化吸收,数小时或1—2天内内脏团便有颜色反应,先淡后浓,与饵料生物颜色近似。给饵充足适宜的幼虫,内脏团颜色常浓且鲜艳;而当幼虫处于饥饿状态或饵料不适时,1—2天内颜色明显变淡。因此,可根据内脏团颜色浓淡判断营养状况。当然,营养状况好坏不仅取决于饵料的营养价值,还受幼虫健康状况、给饵数量和环境条件等因素的影响。一般说来,能使幼虫内脏团显色的饵料藻类,往往也能促使幼虫生长。因此可借助内脏团颜色的反应

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1013号。本所饵料生物组提供部分藻种,特此致谢。
收稿日期:1983年9月5日。

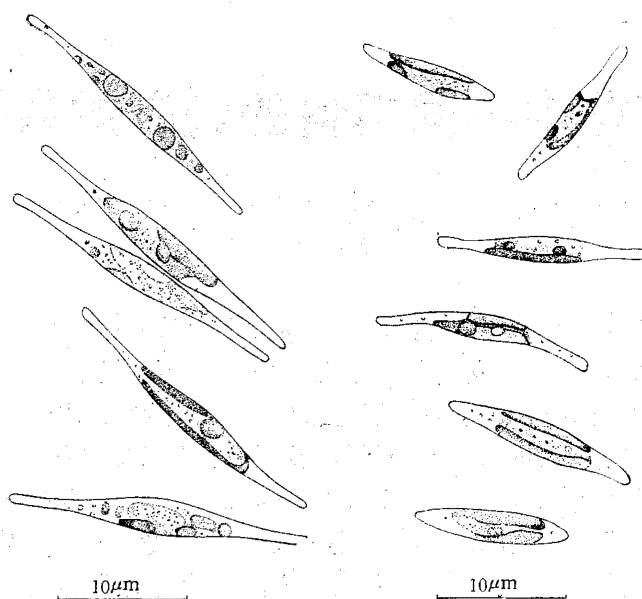


图 1 褐指藻,左、纺锤型;右、小纺锤型

来判断幼虫能否利用某种藻类。该法简单易行并省时,但仅能对单细胞藻类的饵料效果进行初步定性检验。必须在此基础上再进行长期饲养实验,检验它是否有毒害作用后,才能确定是否可用作饵料。

贻贝受精卵发育达D形幼虫期便开始摄饵。早期幼虫体透明,食物摄入胃内一般清晰可见。投饵后,由胃含物判断饱食程度,从内脏团颜色判断单胞藻的消化吸收情况,再根据幼虫群体的生长数据(并参考存活率)评价饵料效果。为避免或减少培养过程中某些派生的干扰或偶发性事故的影响,实验周期一般为十天左右,这足以有效地反映饵料效果。实验用的单胞藻类以血球计数板在显微镜下计数,具鞭毛的种类则先以碘液固定再计数。

比较实验中投放各种饵料的相应数量,系分别参照各种藻液的消光度值和藻细胞大小等决定。在此相应数量基础上,有时给每种饵料以两个或三个细胞密度级,然后参照各密度级的实验结果评价饵料效果。

以医用酵母片为饵料时实验浓度为2ppm,每片剂量0.2g,加水少许将片剂研碎成糊状,然后冲稀使用。以豆粉做饵料时,浓度也为2ppm。我们采用烟台产食用豆粉,绝大多数粒径 $10-20\mu\text{m}$,少数大至 $100\mu\text{m}$ 。每2g豆粉加水1000ml,充分搅动后稍沉淀,除去沉底的大颗粒,而后煮沸、冷却备用,每升培养海水加1ml制备液,浓度按2ppm计(实际略小于2ppm)。

啤酒酵母液为糊状白色沉淀,低温保存。菌体多数集结成团块状,使用时加适量水充分搅动使菌体分离,按混浊情况衡量其浓度,投放量与豆粉或酵母片近似。

各次实验用海水,有的以钢板搪瓷过滤器过滤,文中称过滤海水;有的以17号筛绢过滤再沉淀1—2天后使用,文中称沉淀海水。各组实验均使用同法处理的海水,另设对照

(不投饵)。

贻贝幼虫壳长频率分布为正态。文中以变异系数(C. V.)反比地指示幼虫大小的整齐程度。

二、实验结果

实验1 三辐型褐指藻、亚心形扁藻、医用酵母片、啤酒酵母和豆粉的饵料效果比较

1975年11月7日受精卵发育的幼虫,11月10日分缸投饵实验。

第一组实验容器为圆玻璃缸,每缸容培养水体10升,幼虫密度为120个/ml。每天添水一次,7天后培养水体增至15升,幼虫密度降为80个/ml。以后每天换水1/3(沉淀海水)。11月21日清刷缸底,且调整幼虫密度至30个/ml。每天一次投饵,投褐指藻

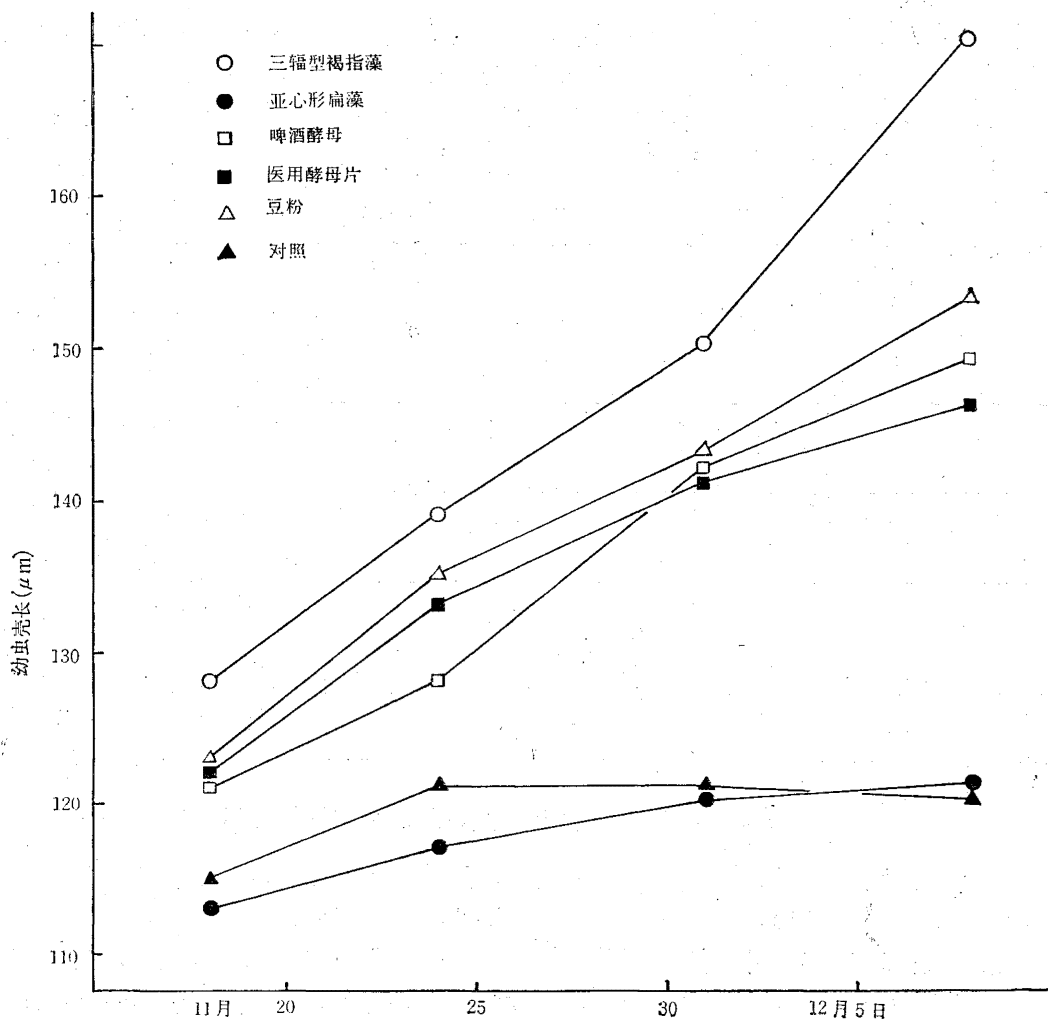


图2 几种饵料饲养贻贝幼虫的效果比较

6600—70000 细胞/ml, 扁藻 2300—12000 细胞/ml (早期投饵较少)。培养期间水温为 14.6℃—5.5℃ (8℃ 以下为 4 天)。

第二组实验容器为方玻璃缸, 培养水体 6 升, 幼虫密度 25 个/ml。换水投饵情况与第一组基本相同。

11 月 18 日, 11 月 24 日, 12 月 1 日和 12 月 8 日共检查 4 次, 每缸抽样测量幼虫 30 个。两组实验结果的平均值示于图 2。

实验 2 三辐型褐指藻、纺锤型褐指藻和微绿球藻的饵料效果比较

1976 年 3 月 24 日受精卵发育的幼虫, 于 3 月 29 日以 20—22 个/ml 的密度在圆玻璃缸内实验。每种藻给以两个密度级。每缸培养水体 15 升, 每天用沉淀海水换水及投饵各一次, 换水量为 1/3, 水温为 9.0℃—11.7℃, 结果列于表 1。

实验 3 三辐型褐指藻和亚心型扁藻的饵料效果比较

1976 年 5 月 28 日受精卵发育的幼虫, 于 5 月 31 日按 30 个/ml 的密度置于圆玻璃缸投饵实验。每缸培养水体 15 升, 每日用过滤海水换水投饵一次, 换水量为 1/3。每种饵料给以两个密度级。实验开始时幼虫平均壳长 110 μ m (103—118 μ m)。水温 17.0℃—18.6℃。6 月 8 日检查结果列于表 2。

表 1 几种饵料饲养贻贝幼虫的效果比较

饵料种类	日投饵量 (万细胞/ml)	幼虫内脏颜色		4 月 9 日测量结果			
		3 月 31 日	4 月 4 日	测量幼虫个数	壳长范围 (μ m)	平均壳长 (μ m)	变异系数 (%)
三辐型褐指藻	4.0	黄褐	黄褐	107	117—153	141	4.8
	2.0	同上	同上	102	127—153	141	5.2
纺锤型褐指藻	3.4	黄褐, 少数无色	黄褐	120	117—157	139	6.4
	1.7	同上	同上	104	117—152	138	5.7
微绿球藻	120	无色, 胃内饱满	微显黄绿, 部分个体无色	103	108—133	127	3.7
	60	同上	同上	104	117—142	129	3.8
对 照	0	无色	无色	106	113—133	129	3.2

实验 4 三辐型褐指藻和亚心形扁藻饲养中期幼虫的饵料效果比较

第一组: 5 月 28 日受精发育的幼虫, 饥饿 13 天后分缸投饵试验。每缸培养水体 4.5 升, 水温 17.0℃—19.2℃, 幼虫密度为 20 个/ml, 平均壳长 115 μ m。

第二组: 1976 年 5 月 28 日受精卵发育的幼虫, 6 月 10 日分缸投饵实验。其中一批平均壳长 144 μ m, 按 25 个/ml 的密度分于两缸, 饲以褐指藻, 其中一缸加 10ppm EDTA (乙二胺四乙酸二钠)。另一批平均壳长 125 μ m, 按 33 个/ml 的密度分于同样两缸中饲

表 2 几种饵料饲养早期贻贝幼虫的效果比较

饵料种类	日投饵量 (万细胞/ml)	测量幼虫个数	壳长范围 (μm)	平均壳长 (μm)	变异系数 (%)
三辐型褐指藻	4.0	110	110—167	143	8.4
	2.0	105	117—167	144	7.3
亚心形扁藻	1.0	106	100—175	127	12.2
	0.5	106	103—140	123	6.8
对 照	0	134	100—130	115	5.4

表 3 几种饵料饲养中期贻贝幼虫的效果比较

实验组别	饵料种类	日投饵量 (万细胞/ml)	实验开始		实 验 结 束					壳长日 增长值 (μm)
			幼虫数量 (个/ml)	平 均 壳 长 (μm)	幼虫数量 (个/ml)	测 量 个 数	壳长范围 (μm)	平 均 壳 长 (μm)	变 异 系 数 (%)	
第一组	三辐型褐指藻	4	20	115	3	110	113—175	141	8.8	4.3
	亚心形扁藻	1	20	115	5	105	113—160	140	8.3	4.2
	对 照	0	20	115	4	80	117—147	125	5.4	1.7
第二组	三辐型褐指藻	4	25	144	23	124	110—183	156	7.5	2.2
	三辐型褐指藻+EDTA	4	25	144	24	107	133—185	159	7.6	2.7
	亚心形扁藻	1	33	125	18	120	113—233	169	17.0	7.5
	亚心形扁藻+EDTA	1	33	125	9	133	108—230	173	16.6	8.0

以扁藻,其中一缸加 EDTA (10ppm)。各缸培养水体为 15 升,水温 18.5°C — 18.7°C ,用过滤海水,每天一次换水 1/2。6 天后检查结果列于表 3。

实验 5 三辐型褐指藻和角刺藻的饵料效果比较

1977 年 5 月 16 日受精卵发育的幼虫于 5 月 18 日按 45 个/ml 的密度分置于方玻璃缸投饵实验。培养水体开始为 750ml,之后每天加水 200—250ml,投饵 10ml,5 月 24 日后每天投饵 20—30 ml。5 月 25 日加水至 2200ml 即停止加水。水温 16.0°C — 17.3°C 。5 月 27 日检查结果列于表 4。

表 4 三辐型褐指藻和角刺藻饲养贻贝幼虫的效果比较

饵料种类	内脏团颜色	测量幼虫个数	壳长范围 (μm)	平均壳长 (μm)	变异系数 (%)
三辐型褐指藻	黄褐	46	122—173	144	6.1
角刺藻	同上	47	120—163	146	6.7
对 照	无色	52	113—133	123	3.6

实验6 三辐型褐指藻、小纺锤型褐指藻和叉鞭金藻的饵料效果比较

1978年10月26日受精卵发育的幼虫,28日分置于方玻璃缸投饵实验。每缸水体开始为500ml,幼虫密度30个/ml。第2,3天各加水300ml,第4天加400ml,幼虫密度降为10个/ml。第6天换水1/2(过滤海水)。每藻种给以三个密度级。水温15.0℃—16.1℃。11月4日检查结果列于表5。

表5 几种饵料饲养贻贝幼虫的效果比较

饵料种类	日投饵量 (万细胞/ml)	测量幼虫个数	壳长范围 (μm)	平均壳长 (μm)	变异系数 (%)
三辐型褐指藻	4	50	133—175	159	6.0
	6	60	125—177	155	6.3
	8	50	117—175	159	7.1
小纺锤型褐指藻	4	50	117—175	157	6.4
	6	50	140—177	162	4.5
	8	50	133—183	156	6.0
湛江叉鞭金藻	10	50	117—167	146	7.2
	15	50	123—160	139	5.7
	20	50	117—158	136	7.7
对 照	0	50	108—125	117	3.1

现将各种饵料的饲养效果分别论述如下。

1. 褐指藻

褐指藻为多型种^[18,23,24],实验中我们用过三辐型、纺锤型和小纺锤型三种细胞藻液。

(1) 三辐型褐指藻 藻细胞呈辐射三指形,指端间距一般为12—17 μm 。很易为贻贝幼虫摄食,并能较快地消化吸收。水温较高时(19.5℃),即便初摄饵的幼虫,投饵10分钟后胃内便相当饱满,两小时后内脏团呈现颜色(原来无色)。一般说来,给饵次日,全部或几乎全部幼虫的内脏团均呈现颜色,先为金黄,后呈黄褐,水温较高时,甚至呈褐色。

用三辐型褐指藻饲养贻贝幼虫,无论实验水体大小,一般效果均较好(表1—5),为饲养贻贝幼虫的主要饵料之一。以此饲养刚孵化的早期D形幼虫,一般生长较均匀(参见表中变异系数),个体间内脏团颜色浓淡也较一致,说明该藻很容易为大多数刚孵化的幼虫所摄食,以此供作早期幼虫饵料更适宜。

(2) 纺锤型褐指藻 该型褐指藻以往曾记录为菱形藻 *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) Wm. Smith, forma *minutissima* Allen & Nelson。本实验使用者藻细胞一般长20—25 μm ,宽2—3 μm 左右。以此饲养的贻贝幼虫内脏团颜色与用三辐型饲养者近似,为黄褐色,一般给饵后两天就可达到这样的色泽浓度(温度较高时快些)。从表1所列数据判断,纺锤型褐指藻也是饲养贻贝幼虫的较好饵料,效果与三辐型近似或略逊于后者。这可能是由于其个体较后者大,不易为某些弱小的早期幼虫吞食。

纺锤型褐指藻耐低温的能力与三辐型近似,水温低至尚不结冰时仍可繁殖生长;但耐温上限似比后者略高。如青岛初夏及仲秋水温高至培养三辐型者有困难时,纺锤型者却仍生长尚好,因此,它可供作春季育苗的后期饵料及秋季育苗的早期饵料。

(3) 小纺锤型褐指藻 藻细胞较纺锤型明显短小,长仅 $9-16\mu\text{m}$ 。实验结果表明,该小型褐指藻甚适于作贻贝幼虫的饵料,效果与三辐型褐指藻近似或略优。其个体较小,更适于作早期幼虫的饵料。该藻耐低温,但耐温上限却超过纺锤型,在常温培养下可用作饵料的季节范围较后者更广。

2. 角刺藻

该藻种为山东省乳山县贝类养殖试验场提供。藻细胞长与宽略等,一般为 $3-8\mu\text{m}$,刺毛长 $10-14\mu\text{m}$ 。表 4 实验结果表明,角刺藻的饵料效果及幼虫摄食后的颜色反应与褐指藻近似。早期幼虫也能摄食。这种藻类要求水温较高,适合于夏季培养,可考虑作秋季育苗的早期饵料。

3. 扁藻

扁藻饲养的贻贝幼虫,内脏团先呈淡黄色,继而黄绿色,后为苍褐色。营养较好的后期幼虫内脏团暗绿色。

扁藻细胞长 $15-17\mu\text{m}$,宽 $7-10\mu\text{m}$,厚 $4-5\mu\text{m}$ ^[2]。刚孵化的 D 形幼虫,壳长 $92-95\mu\text{m}$ ^[1],尚不能吞食扁藻。我们曾观察一批受精后发育 5 天的贻贝幼虫,第一次投给扁藻后,60 个幼虫中只 1 个壳长 $123\mu\text{m}$ 的个体能吞进,其余个体壳长 $115-120\mu\text{m}$,均空胃。看来一般壳长达 $120\mu\text{m}$ 以上的贻贝幼虫方能摄食。但早期幼虫摄食扁藻后,内脏团显示颜色不像摄食褐指藻者那样快;不能吞食的个体色淡,生长不明显,久后会大量死亡。与褐指藻比较,扁藻饲养的幼虫,因个体间摄食不均匀,内脏团显色程度彼此差别较大,个体大小差异也较明显(表 2-3),幼虫成活率一般也较低,这可能是由于初摄饵的幼虫大多不能吞食扁藻。所以它不适宜作早期幼虫的饵料。

表 3 实验结果又表明,初发育成的 D 形幼虫,饥饿一段时间后再饲以扁藻,其生长情况较不经饥饿即饲扁藻者好(与饲褐指藻者对比)。应指出,孵化后饥饿相当时间的幼虫,吞食扁藻的能力虽比初发育的 D 形幼虫有所增强,但死亡率显著提高。以扁藻饲养较大的幼虫,有时会取得较褐指藻更好的生长效果,当然死亡率也会较大些(表 3 第二组)。总的看来,扁藻虽不是理想的早期幼虫的饵料,但用它饲养较大的幼虫却会取得较好的效果。

以扁藻饲养贻贝幼虫,常在水温较高时能取得较好的饵料效果(表 3),水温较低时(如 15°C 以下)则效果不明显(内脏团无色,不生长),虽然有时也见到有吞食扁藻的个体,但群体中始终未见较大的幼虫(图 2)。

4. 微绿球藻

藻细胞球形,径 $2-3\mu\text{m}$ 。投饵后很快为幼虫摄食,在胃内积聚成绿团,清晰可见。实验结果表明,幼虫连续摄食该藻 9 天后内脏团仍然无色,平均壳长与对照缸幼虫近似,只

是个别个体略大(表1)。微绿球藻不易为贻贝幼虫消化吸收,无助于生长,不适于用作贻贝幼虫的饵料。

5. 湛江叉鞭金藻

藻细胞一般近卵形($7.7 \times 4.3 \mu\text{m}$)或球形(径约 $5 \mu\text{m}$),很易为早期D形幼虫摄食利用,有明显的饵料效果(表5)。

6. 啤酒酵母

菌体略呈卵形或近球形,无色透明,一般为 $3 \times 4 \mu\text{m}$ — $8 \times 10 \mu\text{m}$,易为贻贝幼虫摄食,菌体颗粒在胃内清晰可见。实验结果表明它对贻贝幼虫有一定饵料价值,但远不如褐指藻(图2)。啤酒酵母饲养的贻贝幼虫内脏团无颜色反应。投放稍多时,水体呈乳白色混浊状,常导致幼虫下沉及某些原生动植物滋生。

7. 酵母片

以酵母片粉末饲养的贻贝幼虫内脏团无色。图2表明,酵母片有一定饵料价值,效果与活啤酒酵母近似,但也远不如褐指藻。酵母片容易取得,保存方便,总的看来较活啤酒酵母适用。育苗中饵料藻类一时供应不上或供应不足时,我们常以酵母片代替。

8. 豆粉

豆粉的微细颗粒很容易为幼虫摄食,以此饲养的幼虫内脏团无色。图2表明,豆粉对贻贝幼虫有一定的饵料价值,效果优于啤酒酵母和酵母片,但不如褐指藻。豆粉易败坏水质,水表面易形成粘膜,较大的或剩余的颗粒沉积池底能大量滋生原生动植物。上述派生现象均会对幼虫造成不利影响。所以,豆粉虽可作贻贝幼虫饵料,幼虫也可达到变态^[8],但饵料生物充足时通常不用它。

三、讨 论

选择适宜的饵料是育苗成功的关键问题之一。培养幼虫的目的如果仅在于探明某种动物的生活史,那末对饵料的要求就比较简单。如旨在大规模培育苗种——力求培养密度大、生长快、产量高及茬次多等,这便对饵料提出了多方面的要求:个体小、好消化、浮游力强、培养容易、代谢物无毒、可供利用的时间较久等。事实上,由于季节的更替、饵料生物的生态特点及幼虫发育的阶段特性等原因,依靠单种饵料很难全面满足上述要求,况且混合饵料培养幼虫的效果往往比单一饵料良好^[13,15,16,19,22]。因此需要探寻多种饵料以适应不同情况的要求。

Davis(1953)发现褐指藻、小球藻、扁藻和绿鼓藻(*Chlorococcum* sp.)能为美国牡蛎(*Crassostrea virginica*)幼虫所利用,但生长慢,特别是早期幼虫。Loosanoff及Davis(1963)将褐指藻及小球藻列为硬壳蛤(*Mercenaria mercenaria*)幼虫及牡蛎幼虫的中等饵料,且褐指藻的饵料价值不如小球藻。Bayne(1965)认为褐指藻对贻贝幼虫的生长没有任何

作用。Wilson (1978) 以褐指藻培养食用牡蛎 (*Ostrea edulis*) 或美国牡蛎, 有时得到类似饲喂单鞭金藻 (*Monochrysis luthri*) 或等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*) 的良好效果。我们的实验结果表明, 褐指藻对贻贝幼虫是一种较好的饵料。以往我们也曾以一种小球藻 (*Chlorella* sp.) 饲养贻贝幼虫, 虽能为幼虫大量吞食, 但饵料效果甚差, 远不如褐指藻。就褐指藻来说, 纺锤型似乎不如三幅型的效果好。有些作者 (西川, 1970; Bayne, 1965; Walne, 1974) 记述的褐指藻是指纺锤型者。据 Davis 和 Guillard (1958), 褐指藻可作为壳长 $200\mu\text{m}$ 以上的美国牡蛎幼虫的饵料; 据西川 (1970) 引自武田 (1966) 的材料, 壳长 $90\mu\text{m}$ 的魁蚶幼虫完全不能吞食这种藻, 他们指的可能都是纺锤型者。应当指出, 上述作者所称之褐指藻所包含的细胞型不尽相同, 而不同型的细胞又具有不同的生态及形态特点, 这便给比较彼此饲养实验结果增加了困难。

褐指藻耐低温能力较强, 为早春培育贻贝苗方便而有效的饵料, 那时原生动物尚不易大量滋生, 即便以普通过滤海水培养, 藻液仍能维持较久不变质, 有利于大型培养。

实验结果表明, 牟氏角刺藻饲养贻贝幼虫的效果也较好。该藻能适应夏季高温, 可用作高温期贝类育苗的饵料, 今后可利用它进行多种贝类幼虫饲养实验。同属中的 *Chaetoceros simplex* ($3-4\mu\text{m}$) 和 *Ch. calcitrans*^[20] 都是双壳类幼虫的良好饵料。

扁藻细胞较大, 早期贻贝幼虫不易吞食。据本文实验一般幼虫壳长达 $120\mu\text{m}$ 时才能摄食扁藻, 该壳长临界值比以往报道的 $115\mu\text{m}$ ^[6] 及 $100\mu\text{m}$ ^[7] 均略大, 导致此差异的原因尚不清楚。

实验证明, 扁藻是后期贻贝幼虫的良好饵料, 但在有的试验中 ($14.6^{\circ}\text{C}-5.5^{\circ}\text{C}$) 曾观察到大量的贻贝幼虫长期不能吞食扁藻, 其中虽也见到少数个体能吞食下去, 但未发现明显生长 (图 2)。这恐怕不仅是由于早期幼虫不易吞食它, 更主要的可能是温度的影响。水温较低时, 早期幼虫当会更难吞食及消化扁藻, 水温较高时 ($17.0^{\circ}\text{C}-19.2^{\circ}\text{C}$) 便得出与此截然不同的实验结果 (表 3)。这种现象与硬壳蛤幼虫在 15°C 时不能利用小球藻, 而 20°C 时就能利用它的情况是一致的, 主要原因在于低温影响了某些酶的活动^[19]。温度对贻贝幼虫利用扁藻的影响问题有待进一步研究。

随着幼虫长大, 吞食扁藻能力增强, 我们便饲以扁藻, 将它与褐指藻混合使用。贻贝育苗池光照较弱, 扁藻投入后常集聚于表层, 须经常搅拌池水或充气使其上下分散, 以便幼虫摄食。

在 $9^{\circ}\text{C}-11.7^{\circ}\text{C}$ 条件下, 微绿球藻对贻贝幼虫的饵料价值远不如褐指藻 (表 1)。过去我们曾以小球藻 (*Chlorella* sp.) 饲养贻贝幼虫, 得到与微绿球藻类似的效果。它们虽易被摄食, 但饵料价值甚小。值得注意的是, 该类群藻类虽不是好饵料, 但饵料中混有它们时能保证牡蛎、廉蛤等幼虫长得好, 死的少^[19]。对贻贝幼虫是否也如此, 有待实验。

以往我们曾以小球藻饲养蛤仔 (*Venerupis philippinarum*) 幼虫, 获得较好结果, 看来贻贝幼虫消化藻类细胞壁的能力不如蛤仔强。

育苗池中饵料沉淀的问题已引起注意。豆粉和酵母片等饵料自不待言, 即便活饵料也会发生沉淀。如一种骨条藻 (*Skeletonema costatum*, $4-10\mu\text{m}$), 在静水条件下培养幼虫给饵 4 小时, 藻细胞密度会因饵料下沉而减少 $1/2$ ^[10]。饵料沉淀会降低利用率, 同时在池底腐烂分解会恶化水质。为防止饵料下沉及换水时排出污物等, 宜考虑活动水育苗。

饵料生物如出现这样或那样的问题,造成饵料供应不足,进而导致育苗减产或失败,这种情况并不罕见。因此,除加强筛选新饵料生物的研究及提高培养效果外,探索饵料代用品及饵料储存法等也都是为解决饵料问题而正在进行着的研究课题。我们试用豆粉或酵母片的目的即在于探求贻贝育苗的饵料代用品。实验结果表明,豆粉的饵料效果比较显著,但在使用中还存在一些技术问题,与以干石莼(*Ulva*)粉末饲养硬壳蛤幼虫时存在的问题^[19]大同小异。这些问题如获解决,豆粉将可作为代用饵料或补充饵料。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所贝类实验生态组、烟台地区海水养殖试验场, 1977. 贻贝人工育苗的研究. 中国科学 **1977** (1): 30—37.
- [2] 郭季芳、钱振儒、张莹芳, 1959. 一些可供海产动物幼体饵料的单胞绿藻及其培养方法初报. 科学通报 **1959** (11): 368—369.
- [3] 郭继绪, 1959. 紫贻贝室内人工育苗试验. 动物学杂志 **1959** (8): 341—345.
- [4] 张福绥, 1963. 紫贻贝幼虫幼苗生活习性的观察. 动物学杂志 **1963** (3): 129—132.
- [5] 张福绥、楼子康、马江虎、刘祥生、李淑英, 1982. 春季繁殖期两茬贻贝苗的培育. 海洋与湖沼 **13** (1): 87—96.
- [6] 蔡难儿, 1963. 贻贝 (*Mytilus edulis* L.) 生活史的研究. 海洋科学集刊 **4**: 81—94.
- [7] 聂宗庆、季梅芳、沈决奋、陈文华, 1979. 贻贝直线铰合期幼虫的摄食习性. 动物学杂志 **1979** (2): 1—2.
- [8] 聂宗庆、王中元、牛锡端、季梅芳、沈决奋、陈文华、刘丽华, 1979. 贻贝人工育苗的研究. 海洋学报 **1** (1): 138—154.
- [9] 今井丈夫、白石景秀, 1971. 有用微小生物とその培养法. 今井丈夫: 浅海完全养殖. 恒星社厚生阁版, 409—419 页.
- [10] 平野次郎、大岛泰雄, 1963. 海产动物幼生の飼育とその餌料について. 日本水产学会誌 **29** (3): 282—297.
- [11] 西川信良, 1970. 二枚貝の幼生飼育とその採苗. 今井丈夫: 浅海完全养殖. 恒星社厚生阁版, 420—437 页.
- [12]* 武田惠二, 1966. あかがい浮游幼生に対する餌料試験. 青森县奥陆湾水产增殖研究所. プリント.
- [13] Bayne, B. L., 1965. Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* L. *Ophelia* **2**: 1—47.
- [14] Davis, H. C., 1953. On food and feeding of larvae of the American oyster, *Crassostrea virginica*. *Biol. Bull.*, Woods Hole, **104**: 344—350.
- [15]* Davis, H. C. and R. R. Guillard, 1958. Relative value of ten genera of microorganisms as foods for oyster and clam larvae. *Fish. Bull.* **136**: 293—304.
- [16] Davis, H. C. and V. L. Loosanoff, 1953. Utilization of different food organisms by clam larvae. *Anat. Rec.* **117**: 646.
- [17] Hidu, H. and R. Ukeles, 1962. Dried unicellular algae as food for larvae of the hard shell clam. *Proc. Nat. Shellfish. Ass.* **53**: 85—101.
- [18] Lewin, J. C., 1958. The taxonomic position of *Phaeodactylum tricornutum*. *J. Gen. Microbiol.* **18**: 427—432.
- [19] Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of Bivalve Mollusks. in Russell, F. S.: *Advances in marine Biology*, Vol. 1. p. 2—136. Academic Press.
- [20] Nascimento, I. A., 1980. Growth of the larvae of *Crassostrea gigas* Thunberg, fed with different algae species at high cell concentrations. *Journ. Connseil* **39** (2): 134—139.
- [21] Walne, P. R., 1963. Observations on the food value of seven species of algae to the larvae of *Ostrea edulis*. I. Feeding experiments. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **43** (3): 767—784.
- [22] ———, 1974. Culture of Bivalve Molluscs. Surrey, English. pp. 1—173.
- [23] Wilson, D. P., 1946. The triradiate and other forms of *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) Wm. Smith, forma *minutissima* of Allen and Nelson. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **26**: 235—270.
- [24] Wilson, J. H., 1978. The food value of *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin to the larvae of *Ostrea edulis* L. and *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture* **13** (4): 313—325.

* 间接见到该文有关要点,未见全文。

COMPARISON OF FEEDING EFFECTS OF VARIOUS FEEDS IN REARING LARVAE OF *MYTILUS EDULIS* L.*

Zhang Fusui, Ma Jianghu, He Yichao, Li Shuying,

Liu Xiangsheng and Yu Shuoan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

This paper presents the experimental results of feeding mussel larva with *Phaeodactylum tricornutum*, *Chaetoceros muelleri*, *Platymonas subcordiformis*, *Nannochloris oculata*, *Dicrateria zhanjiangensis*, live beer yeast, medicine yeast tablets and soy-bean powder. The triradiate form of *Phaeodactylum* can be used by early stage larvae, which can grow evenly in size and has higher survival rate. Fusiform *Phaeodactylum* cells are not so good as feed as the triradiate forms, but they have the advantage over the former of being able to tolerate higher temperature thus can serve as food for a longer duration. Minute fusiform *Phaeodactylum*, just 9—16 μm in length, is a good food for early stage larva. *Chaetoceros muelleri* can be used by young larva as well. The effect resulting from giving such a feed is similar to that of giving *Phaeodactylum*, but it requires higher culture temperature. This algae can be used as an early food in autumn spat-rearing. *Platymonas* is only suitable for larger larva due to its bigger cell. It can not be used until the shell-length of the larva attains 120 μm and it is most effective as feed when the temperature of the water is above 15°C. *Nannochloris oculata*, although can be easily swallowed by mussel larvae, is not an effective feed as it hardly promotes the larvae's growth. *Dicrateria zhanjiangensis* is an effective food, though not so good as *Phaeodactylum*. Soy-bean powder, although better than beer yeast and medicinal yeast in food value, is not so good as *Phaeodactylum*. Soy bean powder and yeast, which are readily available and easy to keep, can be resorted to whenever there is an insufficient supply of the better feeds.

*Contribution No. 1013 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.