

泥螺室内人工育苗技术的初步研究^{*}

王一农 顾小英 尤仲杰 黄来亚 杨茂朝

(宁波大学水产系, 宁波 315211)

提要 本文提出了泥螺室内人工育苗各阶段的技术措施, 并就如何提高卵群的孵化率、几种药物在育苗中的应用作了扼要讨论。

在人工育苗过程中, $0.28-0.9(\times 10^{-6})$ 高锰酸钾, 或 $5-9(\times 10^{-6})$ 福尔马林处理卵群, 可明显提高孵化率, 对卵群膜的溶解有促进作用, 并可提高卵群孵化的同步性。在面盘幼虫浮游期及匍匐期的培养过程中, 采用 $0.5-1(\times 10^{-6})$ 的高锰酸钾或 $5-10(\times 10^{-6})$ 福尔马林可以有效地减少育苗水池中的有害微小生物。

关键词 泥螺, 人工育苗技术

泥螺 *Bullacta exarata* (Philippi) 俗称“麦螺”、“梅螺”、“吐铁”、“黄泥螺”、“海溜”、“海泥板”等, 隶属腹足纲后鳃亚纲, 为西北太平洋沿岸咸水产的习见贝类 (Tchang-Si, 1934), 广泛分布于我国南北沿海潮间带滩涂, 尤以浙江舟山一带品质最好, 深受人们喜爱, 是浙江北部沿海重要的经济种类。近年来, 随着泥螺市场售价的不断上升, 各沿海地区已开展大面积的泥螺人工养殖。

作者于 1991—1992 年在室内实验室小水体中育出匍匐期面盘幼虫 20 余万, 1993 年在底面积为 5.57m^2 的 4 个水槽内一茬出苗 134.86 万 (王一农、岑利权等, 1995; 王一农、黄来亚等, 1994)。在人工育苗过程中, 为提高卵群的孵化率和幼虫的成活率, 减少有害的微小生物, 还进行了一系列药物试验, 并取得较好结果。本文报告室内人工育苗实验、研究结果。

一、材料与方法

1. 生殖周期的确定

逐月采集舟山朱家尖岛自然海区的泥螺, 经波恩氏液固定、石蜡包埋, 切片厚度 $6-8\mu\text{m}$, Delafield 苏木精-伊红染色。通过周年组织切片观察, 确定繁殖季节。

2. 胚胎发育观察

将采自自然海区的泥螺, 经室内暂养、交配产卵后, 连续观察卵裂过程, 记录水温与胚胎发育速度, 直至幼虫孵化出卵群膜。

3. 几种药物对卵群孵化影响试验

试验容器为 50mL 烧杯, 高锰酸钾设 5, 2.8, 2.1, 1.6, 0.9, 0.5, 0.28 ($\times 10^{-6}$)

^{*} 本文初稿承林光宇先生审阅, 特此志谢。

(10^{-3} g/L)7个梯度,福尔马林设 37.5,28,21,16,9,5($\times 10^{-6}$)6个梯度,土霉素设 1000,500,200,50,5,1($\times 10^{-6}$)6个梯度。试验期间为保证各梯度溶液的浓度,每隔8小时全换原梯度溶液,所换溶液均现配现用,并设置重复组与对照组。同一药物试验采用同一卵群,在体视镜下将卵群切成小块,每小块含卵30—40粒,计数后投入各药物梯度浓度中。孵化率按面盘幼虫破膜营浮游生活的数量与投入时卵块所含卵量之比来计算。

4. 浮游期幼虫药物试验

收集当天孵化出膜的浮游期幼虫(壳长 $280.7 \pm 7.78 \mu\text{m}$,壳宽 $192.0 \pm 9.25 \mu\text{m}$)用作试验材料。高锰酸钾设 5,2.8,2.1,1.6,0.9,0.5,0.28($\times 10^{-6}$)7个梯度,福尔马林设 75,56,42,37.5,28,21,16,9,5($\times 10^{-6}$)9个梯度。试验容器为50mL烧杯,幼虫密度15—18个/mL,每天换水2—3次,每次换原培养水的1/2—1/3。试验中不充气、不投饵,定时取样观察计算成活率。

5. 匍匐期幼虫试验

浮游期幼虫经4—5天培养,发育为匍匐期幼虫(壳高 $288.0 \pm 9.43 \mu\text{m}$,壳宽 $194.9 \pm 5.27 \mu\text{m}$),取底上刚变态附着的幼体用作试验。试验容器为直径20cm的玻璃圆缸,培养密度5—10个/ cm^2 。高锰酸钾设 5,3,2,1,0.5($\times 10^{-6}$)5个梯度,福尔马林设 80,60,40,20,10($\times 10^{-6}$)5个梯度。试验期间不充气、不投饵,每天全换水一次,定时取样观察并计算成活率。

6. 计算公式与安全浓度计算

对照组出现死亡,按 $P = \frac{P' - C}{1 - C}$ 公式进行修正,其中 P' 为观察的死亡率, C 为对照组死亡率, P 为校正后的死亡率。安全浓度按 $S_c = \frac{48\text{h-LC}_{50} \times 0.3}{(24\text{h-LC}_{50}/48\text{hLC}_{50})^2}$ 或 $S_c = 72\text{hLC}_{50} \times 0.1 \times 0.3$ 计算。

7. 人工育苗

将自然海区采集的卵群,置于直径50—70cm的塑料圆盆内进行孵化,每个卵群占水体50—100mL。间隙充气,每日全换水,收集出膜的浮游期幼虫进行另池培养。

幼虫在 183×83 (或 123×83) cm^2 的塑料方槽中培养,每日加换水,不充气。主要饵料为小球藻 *Chlorella*、扁藻 *Platymonas*。每日镜检,观察幼虫活动及存活情况,发育至匍匐期立即投放附着基。

8. 育苗水条件

育苗用水为砂滤海水,各项小试验用水采用砂滤海水再经脱酯棉过滤。海水 pH=8.1—8.2,比重 1.017—1.018,水温 19.5°C (06:00)— 25.5°C (15:00)。

二、结 果

1. 繁殖期

泥螺的两性腺夹混于肝脏中,成熟时呈淡绿至淡黄色,根据组织学观察(尤仲杰、王一农等,1993)及实地采集经验,可以确定泥螺的繁殖期在3月底至11月底,5—6月和9—10月间有明显的繁殖高峰(浙江沿岸)。

在繁殖季节,出产泥螺的海区常可见大量泥螺交配,整个交配过程约需 20 分钟,交配后在 4 天内产卵,完成交配的 2 个个体均可产卵,每一个体每次可产卵群 1—2 个。卵群呈圆球形,大小因亲体的大小及体质而异,平均体积为 2.685mL;每个卵群内所含受精卵的数量亦相差悬殊,平均含卵量为 2195 个(表 1)。卵群内每一卵室含卵 1 个,也发现有 2 个或 4 个或空卵室的。繁殖盛期产出的卵群,体积明显增大,平均可达 4.07mL(1993 年 5 月),且受精率高,畸形胚胎少。若遇恶劣天气(台风、降雨等),或处繁殖始、末阶段,则卵群体积小,空卵室现象常见,且孵化率低。

表 1 泥螺卵群体积与含卵量的关系(1990 年 4—8 月)

卵群体积(mL)	1.60	1.75	2.10	2.20	2.40
含卵量(个)	2015	4844	3150	9320	2864
卵群体积(mL)	2.50	3.00	3.70	3.70	3.90
含卵量(个)	5030	6570	6400	8714	10034

卵群采自舟山朱家尖自然海区

2. 胚胎发育

受精卵离开母体后,约 2.5 小时后出现第 2 极体(水温 15℃),之后即开始细胞分裂,其卵裂类型为不等全裂,细胞分裂与水温有明显关系(表 2)。原肠期胚胎略呈圆三角形或梨形,在原口及反原口附近出现稀少纤毛,借助纤毛摆动胚体可作缓慢转动,其转动速度随着发育渐渐加快。由于胚体转动明显可见,我们将该期胚胎转动个体的百分比计作胚胎的存活率。正常情况下胚体存活率均在 95% 以上,繁殖始、末阶段存活率较低,且发育不同步。

表 2 泥螺胚胎发育与水温的关系

时 间 发 育 阶 段		水 温(℃)	8	15	22	28
受精卵			0 : 00	0 : 00	0 : 00	0 : 00
2 细胞			10 : 10	4 : 10	2 : 40	1 : 20
4 细胞			18 : 55	9 : 50	4 : 05	2 : 00
8 细胞			37 : 40	16 : 20	6 : 40	4 : 00
原肠胚期			死亡	88 : 45	31 : 00	19 : 00
担轮幼虫期			—	165 : 25	69 : 25	38 : 20
面盘幼虫期			—	189 : 25	78 : 15	44 : 00

水温采用电热棒加热水浴恒温

3. 高锰酸钾对卵群孵化的影响

卵块投入较高浓度的高锰酸钾溶液中($\geq 1.6 \times 10^{-6}$),受精卵及卵群膜均被染成黄褐色,颜色随浓度增大和时间延长而加深,直至烤焦状,并表现出不同程度的失水状况。镜检观察膜内面盘幼虫活力下降,转动次数减少,面盘收缩,直至死亡,其死亡时间随浓度的增大而成倍加快(图 1)。由图可见,高锰酸钾浓度高于 1.6×10^{-6} 对泥螺胚体具有极强毒性。

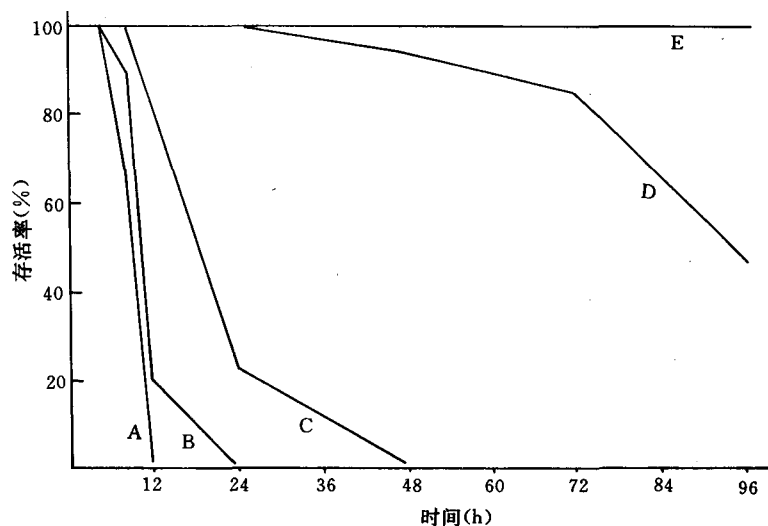


图1 不同浓度高锰酸钾对膜内面盘幼虫存活率的影响

A. 5×10^{-6} ; B. 2.8×10^{-6} ; C. 2.1×10^{-6} ; D. 1.6×10^{-6} ; E. 0.9×10^{-6}

浓度低于 $0.9 (\times 10^{-6})$ 各组中的泥螺胚体, 均能长期存活且活动良好, 受精卵发育至 7 天 6 小时面盘幼虫开始孵化(称作孵化第一天, 下同), 孵化过程共持续 3 天。浓度 $0.28 - 0.9 (\times 10^{-6})$ 的各梯度组中, 3 天孵化率在 95% 以上, 其中 0.5×10^{-6} 浓度组的孵化率最高, 达 100%; 而对照组的孵化率仅达 80% (图 2)。随后几次孵化试验采用 $0.3 - 0.6 (\times 10^{-6})$ 高锰酸钾浸泡, 其孵化率均为 100% (王一农、黄来亚等, 1994)。

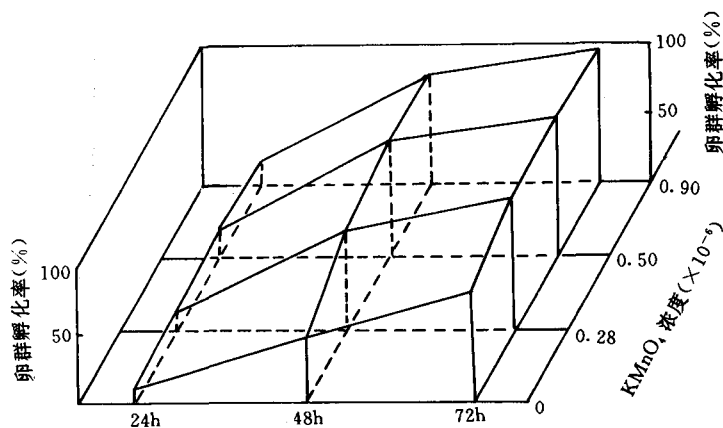


图2 不同浓度高锰酸钾对卵群孵化率的影响

4. 福尔马林对卵群孵化率的影响

福尔马林对泥螺卵群孵化率的影响与高锰酸钾的作用相类似。低浓度对卵群孵化有促进作用, 其中以 9×10^{-6} 浓度组的孵化效果最好, 3 天总孵化率达 100%, 且孵化时间相对集中于第二天; 而其他浓度组前 2 天的孵化率均不超过 50% (图 3)。浓度高于 16×10^{-6} , 孵化率低于对照组; 21×10^{-6} 以上浓度, 其孵化滞后更明显, 且孵化率明显下降。28

$\times 10^{-6}$ 浓度组的3天总孵化率仅14%,未孵化胚体在卵室内转动;随后几天观察,胚体仍不能出卵室,转动减慢且出现死亡。 37.5×10^{-6} 浓度组中,卵室内的面盘幼虫在实验开始后16小时内全部死亡。

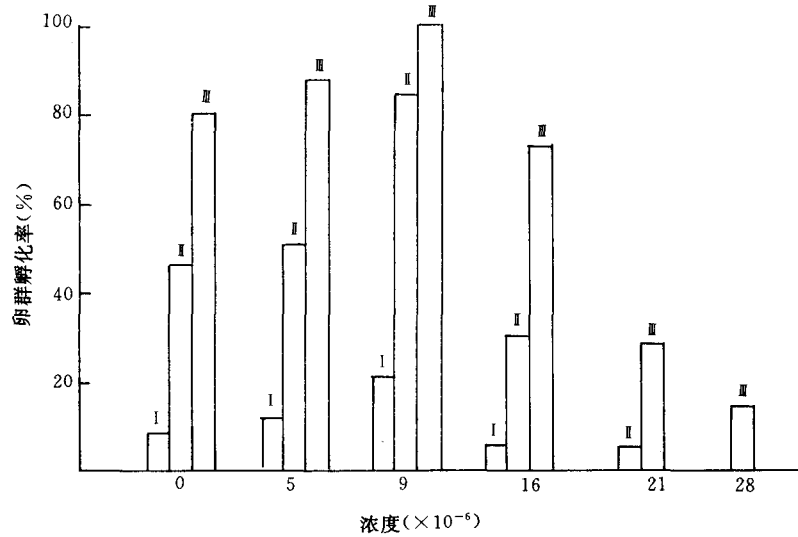


图3 不同浓度福尔马林对卵群孵化率的影响
I. 第一天孵化率; II. 第二天孵化率; III. 第三天孵化率(图4同)

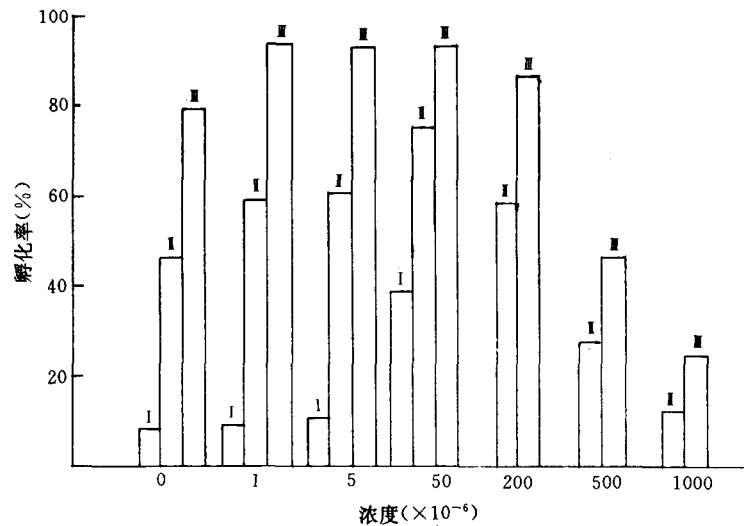


图4 不同浓度土霉素对卵群孵化率的影响

5. 土霉素对卵群孵化的影响

在 $1-50 \times 10^{-6}$ 浓度组中,3天总孵化率较一致,达到近95%,高于对照组(80%);浓度高于 200×10^{-6} ,孵化推迟,高于 500×10^{-6} ,胚胎活力下降(图4)。实际生产中,浓度在

5×10^{-6} 以下,可有效地预防水体中大量有害微小生物的发生。

6. 高锰酸钾对浮游期幼虫的影响

面盘幼虫孵化后即营浮游生活,依靠面盘纤毛的摆动浮游于水中。当环境条件不适时,立即将面盘缩入幼虫壳内并沉于底上。根据心跳与否来决定其存活或死亡。

试验开始后 4 小时,在浓度低于 0.5×10^{-6} 的各组中,浮游期幼虫活动正常,面盘完全伸展,水体中浮游个体多,游动速度快;沉底个体少且在底上停歇时间短;镜检未发现死亡个体。在 $0.9-2.1(\times 10^{-6})$ 浓度组中,浮游的幼虫面盘伸展正常,活力良好;沉底的幼虫约占 50%,其面盘伸缩频繁,面盘纤毛摆动迅速,底上停歇时间相对延长;未发现死亡个体。在 2.8×10^{-6} 浓度组中,幼虫活动迟缓,浮游个体极少,大量幼虫沉于底上;底上的幼虫面盘伸展不完全,面盘纤毛摆动乏力且间隙摆动,大部分幼虫面盘及足全部缩入幼虫壳内,厣紧闭;镜下可见其内脏团的蠕动,未发现死亡个体。在 5×10^{-6} 浓度组中,浮游期幼虫全部沉底,面盘及足全部缩入壳内,幼虫壳因被高锰酸钾氧化而呈黄色,有少量幼虫出现死亡。

经过不同时间的定时取样(图 5),浓度低于 0.5×10^{-6} 各组中的浮游期幼虫活力与对照组幼虫一样,活动力强,纤毛摆连续、迅速,未发现死亡个体。浓度高于 0.9×10^{-6} 各组的幼虫,活力明显减弱,死亡率上升(表 3)。

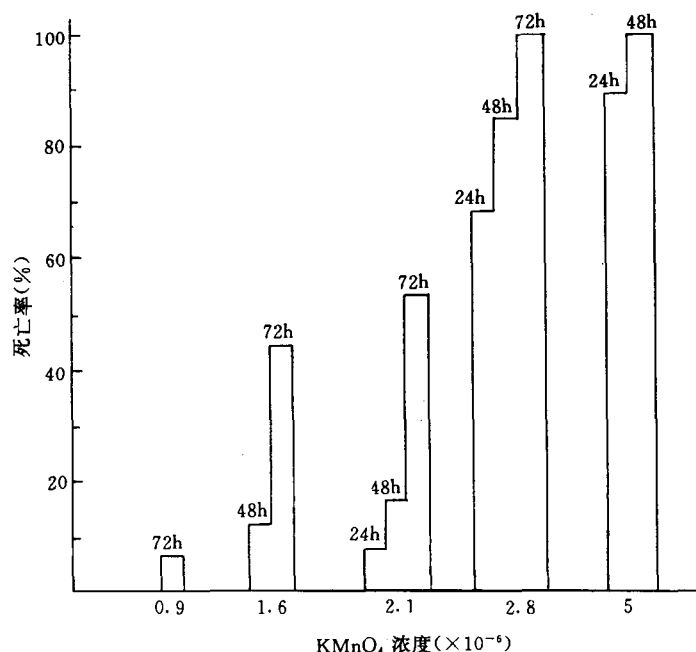


图 5 不同浓度高锰酸钾对浮游期幼虫的影响

根据机率单位法,求得 $24h-LC_{50} = 2.70 \times 10^{-6}$, $48h-LC_{50} = 2.33 \times 10^{-6}$, $72h-LC_{50} = 1.93 \times 10^{-6}$,安全浓度为 0.52×10^{-6} 。实验过程中,浮游期幼虫在 0.5×10^{-6} 以下浓度组中均可正常生活,未发现死亡及活动异常,与对照组的幼虫活力无差异。

表3 不同浓度高锰酸钾对浮游期幼虫存活的影响

浓度($\times 10^{-6}$) 死亡率(%) 时 间	5	2.8	2.1	1.6	0.9	0.5	0.28	0
12h 内	40	12	0	0	0	0	0	0
24h	89	68	7	0	0	0	0	0
48h	100	84	16	12	0	0	0	0
72h	—	100	53	44	6	0	0	0

随机取样2次,每次取幼虫15—20个于镜下观察

7. 福尔马林对浮游期幼虫的影响

在试验开始的12小时内,各浓度梯度组中的浮游期幼虫均活动良好,未发现沉底及死亡现象;在 75×10^{-6} 浓度组中,浮游期幼虫集中于水体中、下部,上层幼虫极少。

24小时后观察,浓度高于 42×10^{-6} 的各组中,幼虫出现沉底,并有死亡个体,死亡个体内脏收缩,壳、肉分离。浓度低于 37.5×10^{-6} 的各组中,浮游期幼虫活动良好,沉底幼虫极少,停歇时间短,未出现死亡(表4)。

48小时后, 75×10^{-6} 浓度组中的浮游期幼虫大量沉底,大部分将面盘缩入壳内,并出现大量死亡。 $37.5—56(\times 10^{-6})$ 浓度组中,幼虫沉底较多,面盘纤毛摆无力。 28×10^{-6} 以下各浓度组中,浮游期幼虫活动正常,沉底个体数少,未发现死亡个体。

表4 不同浓度福尔马林对浮游期幼虫存活的影响

福尔马林浓度 ($\times 10^{-6}$)	24h 死亡率 (%)	48h 死亡率(%)	72h			
			死亡幼虫数(个)	观察幼虫数(个)	死亡率(%)	校正死亡率(%)
75	11.1	46.8	68	68	100	100
56	7.5	26.1	30	46	65	59.5
42	5	18.0	15	38	39.5	34
37.5	*	12.0	9	36	25	19.5
28	*	*	7	62	11.3	5.8
21	*	*	3	45	6.7	1.2
16	*	*	4	58	6.9	1.4
9	*	*	2	39	5.3	0.1
5	*	*	2	48	4.2	0
0(对照)	*	*	3	58	5.2	0

* 浮游期幼虫活动正常,未发现死亡个体,未计算死亡率

72小时后, 75×10^{-6} 浓度组中的幼虫全部死亡,且内脏收缩现象明显。 21×10^{-6} 以下各浓度组中,浮游期幼虫存活率与对照组基本一致(表4),活动正常,水体中原生动物明显少于对照组。

依据机率单位法,求得 $72\text{h-LC}_{50}=49\times 10^{-6}$,根据试验公式推算,安全浓度为 $4.9\text{--}14.7(\times 10^{-6})$ 。在试验过程中, 21×10^{-6} 以下各浓度组的幼虫,活动正常,存活率与对照组几无差别。

8. 高锰酸钾对匍匐期幼虫的影响

面盘幼虫浮游期经过4—5天的浮游生活,发育到后期,匍匐于底上,表现为面盘退化,足部伸缩频繁,营底上匍匐生活。根据其足部伸缩情况来判断其是否适应该生活环境,观察其心脏跳动及内脏团蠕动与否来决定匍匐期幼虫的存活情况。

浓度低于 1×10^{-6} 的各组中,匍匐期幼虫活动正常,足部伸缩频繁,72小时后存活率与对照组相差无几(表5)。 2×10^{-6} 以上浓度的各梯度组中,匍匐期幼虫都有不同程度的内脏收缩现象,随着浓度增大贝壳被染颜色加深,死亡率增高。 5×10^{-6} 浓度组中,24小时内幼虫大量死亡,48小时后全部死亡。 3×10^{-6} 浓度组中,幼虫均缩于壳内,厣紧闭,不见足部伸缩,偶见心脏及内脏蠕动,其72小时的死亡率分别为46.4%和41.7%。

表5 72小时后不同浓度高锰酸钾对匍匐期幼虫存活的影响

浓 度 ($\times 10^{-6}$)	镜检观察幼虫数 (个)	死亡幼虫数 (个)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)
5	37+41*	37+41*	100	100
3	33+23	15+11	46.4	30.7
2	28+32	11+14	41.7	24.7
1	44+48	11+14	27.2	5.9
0.5	51+55	11+10	19.8	0
0(对照)	77+74	15+19	22.6	0

* 试验平行组

从试验结果可见,高锰酸钾浓度低于 1×10^{-6} 对匍匐期幼虫的存活与活动是安全的。在试验中也观察到,对照组水体中有大量原生动物,死亡的匍匐期幼虫的壳内有大量微小生物活动和摄食幼虫软体部,而在投药各组则原生动物几乎没有。同时,在 0.5×10^{-6} 浓度组中幼虫死亡率低于对照组,作者认为可能与水质清、水中原生动物少有关。而浓度高于 2×10^{-6} 的各组,尽管水质相同,但幼虫死亡率明显上升,主要原因可能与高锰酸钾对幼虫的毒性有关。

9. 福尔马林对匍匐期幼虫的影响

试验开始12小时后,各浓度组中均未发现死亡个体。 80×10^{-6} 浓度组中,匍匐期幼虫足部缩入壳内,极少个体能爬行生活。其余各组的幼虫活动正常,浓度越低,爬行个体越多,爬行速度越快。

24小时后, $60\text{--}80(\times 10^{-6})$ 浓度组出现10%死亡,大部分幼虫将足缩入壳内,内脏蠕动缓慢。 40×10^{-6} 以下浓度的各组中,幼虫生活正常,死亡个体极少(图6)。

48小时后, $40\text{--}80(\times 10^{-6})$ 浓度组幼虫死亡率达50%左右,死亡个体内脏收缩明显,存活个体足部收缩,极少有爬行个体。 20×10^{-6} 以下浓度各组中,幼虫活动正常,死亡率5%左右。

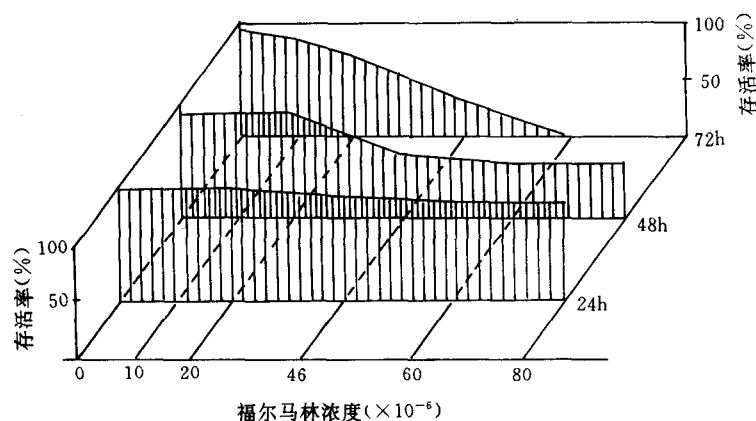


图6 不同浓度福尔马林对匍匐期幼虫的影响

72 小时后, $60-80(\times 10^{-6})$ 浓度组中的幼虫全部死亡。 40×10^{-6} 浓度组中幼虫死亡率达 69.4%, 存活个体活力极差, 仅有极少个体能爬行, 且爬行缓慢。 20×10^{-6} 浓度组中幼虫死亡率达 29.5%, 存活个体中有一半能正常爬行。 10×10^{-6} 浓度组中幼虫死亡率为 16.1%, 绝大部分幼虫能正常爬行。对照组中幼虫死亡率为 8%, 存活个体活力强, 爬行速度明显快于上述各梯度组中的存活个体。对照组中原生动物较多, 尤其在死亡或沉底的匍匐期幼虫周围; 而投药各组均未见有原生动物。

根据机率单位法, $72h-LC_{50} = 29.5 \times 10^{-6}$, 安全浓度为 $2.95-8.85(\times 10^{-6})$ 。

10. 室内人工育苗技术

采集自然海区的泥螺卵群, 用砂滤海水冲洗以除去卵群表面的淤泥、杂物及有害微小生物, 剪去卵柄以防充气时卵群相互缠连。冲洗温差控制在 2°C 以内, 否则极易出现滞育及畸形。

孵化池采用光滑池壁, 间隙均匀微量充气, 孵化池中投适量小球藻 ($2-3$ 万个/mL), 以利孵出卵膜的幼虫摄食。孵化池水每天一次加 0.5×10^{-6} 的高锰酸钾可提高孵化率(图 1, 2)。孵化水温 $23-25^{\circ}\text{C}$ 为宜。培育浮游期幼虫池水的适宜比重范围为 $1.015-1.025$, 以 1.015 条件下生长最快, 存活率以 1.020 条件下最高(尤仲杰, 王一农等, 1994a)(图 7)。温度试验表明, 水温 22°C 条件下生长最快(每天约 $5\mu\text{m}$), 存活率则以 6°C 组最高 (82.9%)(尤仲杰, 王一农等, 1994a)。育苗过程中, 尤其水温在 20°C 以上时, 水体中出现大量微小生物, 它们不仅摄食水体中的单胞藻类, 与泥螺幼虫争食, 并阻碍幼虫活动。在沉底的幼虫周围往往有许多原生动物, 死亡幼虫体内常发现 $5-10$ 个原生动物。原生动物的存在是导致浮游期幼虫存活率降低的主要因子之一。采用 0.5×10^{-6} 高锰酸钾或 5×10^{-6} 福尔马林可以有效地抑制有害微小生物的生存与繁殖。

浮游期幼虫培养密度为 $15-20$ 个/mL, 每日换水, 培养后期密度降至 $2-5$ 个/mL。投饵以单胞藻类效果最好, 配合饵料常使水质变坏而导致幼虫死亡。投饵量以幼虫胃饱满

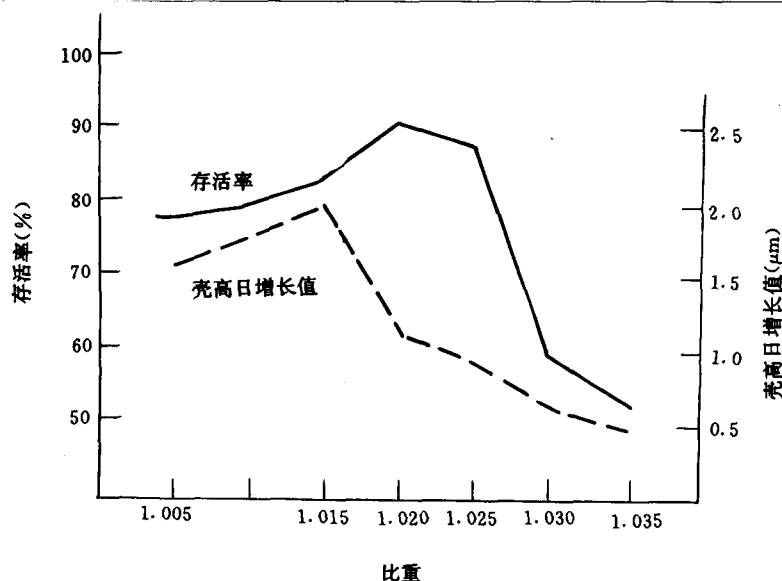


图7 不同海水比重对浮游期幼虫生存与生长的影响

程度来决定,一般以水体中有小球藻5—7万个/mL,扁藻1—2万个/mL为宜。培育期间不充气。

浮游期幼虫培养4—5天后,其足部伸缩频繁,面盘退化,底上停留时间延长,即开始变态附着,此时应投放附着基。

附着基采用自然海区无污染的海泥,经暴晒消毒后用200目筛绢过滤即可。投泥前根据幼虫密度进行适当扩池,以15—20个/cm²的密度较合适,投泥厚约5mm,水位20—40cm。营匍匐生活的幼虫纤毛盘脱落,此时可投泥及全换水,换水时尽量保证幼虫不干露。在室温18℃、湿度75—78%条件下,幼虫干露4分钟死亡率为10%,10分钟后死亡率超过50%(尤仲杰、王一农等,1994b)。

匍匐期幼虫的培养方法与浮游期幼虫的培养基本相同,变态附着后即为幼体,可移至土池或滩涂进行暂养。

三、小结与讨论

1. 泥螺卵群胶质膜与孵化

泥螺受精卵包被在卵室中,外面还包被有一层较厚且透明的胶质卵群膜,它不仅对卵室起到了粘着、防止被海水冲散的作用,并在抵抗突变的自然理化条件(如台风、降雨等)、防止海区有害微小生物的侵食等方面都起到了保护作用。卵群膜抵抗福尔马林毒性的能力明显高于孵化后浮游期幼虫及匍匐期幼虫(图3,6;表4)。尽管较高浓度福尔马林(28×10^{-6})可导致卵群孵化率的降低,但并不影响受精卵的存活率,一旦删除不利条件,卵群可重新孵化。

在室内孵化过程中,由于胶质膜难以溶化,常可见孵化后幼虫难以摆脱胶质膜粘连,其活动及摄食受到影响,从而导致死亡。因此我们用药物进行试验,以促进孵化率的提高,

并抑制微小生物的大量发生。

2. 药物在人工育苗中的应用

自然海区泥螺孵化率在60%左右,且孵化不同步,室内在孵化阶段加 $0.28-0.9(\times 10^{-6})$ 高锰酸钾或 $5-9(\times 10^{-6})$ 福尔马林,可以明显提高孵化率,并可提高孵化的同步性。在浮游期及匍匐期的幼虫培养阶段,采用 $0.5-1(\times 10^{-6})$ 高锰酸钾或 $5-10(\times 10^{-6})$ 福尔马林,可以有效地减少育苗水体中的有害微小生物,并可抑制培养水体中饵料藻类的快速游动,以利面盘幼虫摄食。在实际育苗生产中,投药组的效果明显好于对照组。

在育苗生产中,应从卵群阶段就开始药物处理,一旦培养水池中原生动物大量出现,用药效果就不好。因此,育苗中应以预防为主。高锰酸钾以 0.5×10^{-6} 为宜,短期用药也可采用 2×10^{-6} 。

3. 育苗过程中的死亡高峰及防范措施

在繁殖季节,尤其在繁殖高峰,泥螺卵群有95%以上的受精率,孵化存活率可达100%,优质受精卵是保证人工育苗成功的首要条件。孵化期间,由于卵群胶质膜的粘连以及吸附于卵群膜上有害微小生物的侵食,刚出膜的面盘幼虫有一个死亡率较大的死亡高峰。幼虫从膜内受卵膜保护到营浮游生活与海水直接接触,从依靠卵黄营养到摄食藻类,环境改变,这是导致幼虫死亡的主要原因。通过改良水环境,适当用药,即可有效提高孵化率和幼虫存活率。

第二个死亡高峰发生于附着变态期,幼虫形态结构及生活方式的改变使其死亡率上升。投喂优质饵料增强幼虫体质,使用药物控制水环境,及时合理投放附着基为幼虫提供良好环境,同时降低匍匐期幼虫培养密度,是提高存活率的有效途径。

参 考 文 献

- 尤仲杰、王一农等,1993,浙江沿海泥螺繁殖生物学研究,浙江水产学院学报,12(4):233—239。
尤仲杰、王一农等,1994a,几种环境因子对不同发育阶段泥螺的影响,浙江水产学院学报,13(2):79—85。
尤仲杰、王一农等,1994b,泥螺生态初步观察,浙江水产学院学报,13(4):245—250。
王一农、岑利权等,1995,泥螺室内人工育苗简报,浙江水产学院学报,14(3):206—207。
王一农、黄来亚等,1994,泥螺室内人工育苗,中国水产,3:34—35。
Tchang-Si(张玺),1934,Contribution a l'étude des Opisthobranches de la côte de Tsingtao,Contr. Inst. Zool. Nat. Acad. Peiping, II (2):1—20。

PRELIMINARY STUDY ON REARING SPATS OF *BULLACTA EXARATA* (PHILIPPI)

Wang Yinong, Gu Xiaoying, You Zhongjie,

Huang Laiya and Yang Maochao

(Fisheries Dep., Ningbo University, Ningbo 315211)

ABSTRACT

Bullacta exarata (Philippi) is monoecious, reproduction is by crossfertilization. The reproduce period is from the end of March to the last ten-days of November along the coast of Zhejiang Province. The fertilized egg is protected by an egg-capsule membrane. After cleavage, it is developed to gastrula, then trochophora larva, which incubates at the veliger larva stage. During artificial spat-rearing, potassium permanganate $[0.28 - 0.9 (\times 10^{-6})]$ can increase hatching rates. During veliger and pediveliger rearing, potassium permanganate $[0.5 - 1 (\times 10^{-6})]$ or formalin $[5 - 10 (\times 10^{-6})]$ can reduce the amount of destructive microbes and animalcules. In the pediveliger stage, it must put in adherent sea-mud.

This paper presents artificial spat-rearing technology in various stages, suggests how to increase hatching rates and discusses the drugs during the rearing period.

Key words *Bullacta exarata*, artificial spat-rearing technology