

贻贝晚秋加温育苗试验报告*

楼子康 刘祥生 陈昭华 张秀峰 张乃识

(中国科学院海洋研究所) (青岛市第二海水养殖场)

提 要

本文报道了在青岛第二海水养殖场育苗室成功地进行贻贝秋季两茬育苗的试验。

试验结果, 秋季第一茬在10月初开始培育, 水温在11—20°C, 11月中下旬下海过渡。第二茬苗在11月底开始培育, 当水温低于10°C时可以通过加温至13—17°C的方法以利于贝苗的生长, 翌年1月底前将苗育出。并用逐步降温的方法, 使出池苗做好下海过渡的准备。或者将部份苗留在水池中, 延迟到第二年春天出池。

我国早期的贻贝人工育苗试验大多在春季进行。以后我们在烟台(1972)^[1]和青岛(1974)成功地进行了秋季育苗试验生产。这样每年能生产春苗和秋苗各一次。为了提高产量的目的, 又开展秋季两茬育苗试验。我国北部沿海贻贝在秋季的繁殖期比春季短, 而且秋季具有水温逐步下降的自然特点。因此秋季两茬育苗因受自然条件的限制存在一定的困难。1975年秋, 我们进行一次晚秋加温育苗试验, 并将贝苗放在育苗池中过冬。通过实验, 了解到低温与贻贝幼虫(或苗)的关系和低温育苗中存在的问题。现将这次试验的结果报道如下。

试验条件和方法

试验是在青岛市第二海水养殖场育苗室进行的。所用育苗池的容积为10米³的室内半埋式水泥池。用当地的2龄贝(1.5足龄)作亲贝。1975年11月4日用升温法刺激产卵。多数受精卵是在水温15.5°C, 密度374个/毫升水体条件下孵化。孵出的面盘幼虫于11月7日投放入育苗池。3号池的幼虫培养密度为25个/毫升(水体); 5号池的为42个/毫升(水体)。现主要以该两池的结果为说明材料。

由于培育期间水温较低, 换水量作了相应的减少。在10米³水泥池中, 幼虫入池初期, 每日加水1立方米, 至第7天开始换水或间隔换水, 日换水量约30%。

用褐指藻、扁藻和酵母片悬液作为幼虫的饵料。日投饵量褐指藻大体为2—3万

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第537号

个/毫升,扁藻为3000个/毫升,干酵母片为育苗水体的0.4ppm。由于秋季育苗前的一个阶段,水温较高,褐指藻不易大量培养。因此所用饵料种类的次序与春季的相反,早期以扁藻为主,后期以褐指藻为主。

育苗池的水温变动与春季相反,是一个下降的过程。这样,在后期水温过低时必须升温,以达到培育幼虫所必须的最低要求。在整个育苗期间,池中的水温大体可以分为自然降温期、人工升温期、人工降温期三个时期(表1)。

表1 青岛1975年晚秋加温育苗,幼虫(苗)在不同水温阶段的生活状态

阶段	水温升降趋势及时期		起讫日期 (月—日)	水温范围 (℃)	平均水温 (℃)	幼虫培育天数(累计数)	幼虫(苗)的生活状态
自然 降温阶段	自然 降 温	早期	11—7 至 11—23	15.5 ↓ 10.4	13.3	4*+17 (21)	幼虫生长正常,平均壳长从92微米增至185微米
		中期	11—24 至 12—7	11.3 ↓ 9.0			10.0
低温 阶段	人工 升 温	晚期	12—8 至 12—17	8.0 ↓ 5.0	6.2	16 (51)	幼虫生长迟缓或基本不长。游泳的面盘幼虫在低水温时下沉至底部。爬附停着在采苗帘上的幼虫迟迟不长成体壳。弱小的面盘幼虫出现大量死亡。
		早期	12—18 至 12—23	5.0 ↓ 8.0			12.1
人工 升温阶段	人工 升 温	晚期	12—24 至 1—4	8.2 ↓ 16.2	12.1	17 (67)	
		早期	1—5 至 1—9	16.2 ↓ 12.5			8.7
过渡 阶段	人工 降 温	晚期	1—10 至 1—20	12.5 ↓ 2.8	8.7	12 (79)	

* 入池前采卵和孵化所需天数。

整个试验从11月4日采卵开始至1976年1月24日首批苗帘下海。还有一部分采苗帘上的苗在池内过冬,至76年3月8日全部下海,试验结束。

结 果

青岛秋季育苗通常在10月初开始,晚秋育苗则在11月初开始。晚秋育苗由于后期水温较低影响幼虫正常的发育、生长和变态,因此需要升温。这样,育苗的特点主要表现在水温的升降与幼虫生活状态相适应的关系上。根据幼虫和苗对不同水温的适应状况,

可将整个育苗期划分为自然适温、低温、人工适温和过渡等四个阶段。

1. 自然适温阶段

这个阶段包括自然降温的早期和中期。

(1) 生长速度 在自然降温的早期,当水温自 15.5°C 下降至 10.4°C 时(平均温度为 13.3°C),幼虫生活正常,生长速度较快。经最初 21 天的培育,3 号池和 5 号池的幼虫壳长平均值大体为 180 至 190 微米。与春季培育的幼虫生长速度相比,1973 年春,培育同样天数的幼虫壳长为 190 多微米^[1],1975 年春的为 170 多微米^[2]。

从幼虫开始出现眼点的时间相比,多少延迟了一些,但也大体一致。晚秋培育的幼虫在 3 号和 5 号池中眼点幼虫分别出现于第 23 天和第 26 天;而 1973 年春的幼虫在第 21 天^[1],1975 年春的幼虫在第 24 天^[2]。

在自然降温阶段的中期,即 11 月 24 日开始至 12 月 7 日,由于寒流来袭,水温经常上下在 10°C 左右,有时低到 9°C。在这段时间,幼虫生长较慢。经过 14 天中,还只达到 220 微米。如果单从 3 号池水体中的幼虫大小来看,反而有所下降。这是由于一些较大的幼虫大量停着在苗帘上,造成了水体中幼虫壳长平均值的下降。另外,虽然经过 30 天的培育,3 号池内仍然保持有 3500 万个面盘发达的游泳幼虫,这是一个较大的数目。它说明了幼虫生长较慢,不能迅速达到变态阶段或完成变态。在正常水温条件下,幼虫培育 30 天后,基本上都附着在采苗帘上^[1],在水体中只留存极少数的个体。

在苗帘上的幼虫一般个体较大,如 12 月 2 日取的 102 个幼虫的样品,壳长平均值为 232 微米,即使以这个数据为代表,生长速度也不算快。因此,在晚秋自然适温阶段内,幼虫的生长情况可以归纳为:在平均水温 13.3°C 时的前半期,幼虫生长速度正常;当水温下降至 9°C 或在 10°C 上下时,幼虫生长速度较慢。

(2) 幼虫存活率 晚秋育苗在自然适温阶段由于水温条件较合适而且是一个水温下降的过程。水体中有不少常见而有害的原生动物,如腹毛虫类的游仆虫 *Euplotes*、腰鞭毛虫 *Dinoflagellata*、尾棘虫 *Stylonychia* 等在培育池中的数量明显下降。贻贝幼虫的死亡率比较低。如将面盘幼虫从入池开始至出现眼点为止来计算其存活率,则 5 号池和 3 号池的幼虫存活率为 44—65%。与春季育苗时相比,1973 年的幼虫存活率为 24%,1975 年的为 17%。晚秋育苗对早期幼虫具有较高的存活率。

(3) 眼点幼虫的大小 晚秋育苗的幼虫,出现眼点时幼虫的壳长都在 202 微米以上;特别在第一批出现眼点的幼虫,最小的壳长也在 205 至 214 微米之间,而且壳长达到 235 至 244 微米的幼虫中也只有 38% 的个体具有眼点(表 2)。1973 年春育的幼虫,出现眼点时最小的壳长为 180 至 190 微米,当壳长达到 240 微米时,幼虫全部具有眼点^[1]。由此看来,在较低水温中培育的晚秋苗,不仅生长较慢而且变态也较慢——出现眼点的幼虫个体较大。另外应该指出在任何同一批培育的幼虫中,最早出现眼点的一批幼虫往往个体较大,而后期出现的眼点幼虫,一般个体较小。

2. 低温阶段

包括自然降温的晚期和人工升温的早期。当时水温从 12 月 8 日的 8°C 下降至 12 月

12日的5°C,并持续至12月17日。以后再从12月18日的5.4°C用人工方法逐步升温,一直提高到22日的8°C。在这个期间,幼虫表现的生活状态为,不活跃,生长缓慢,迟迟不生出成体壳,弱小个体死亡率高。根据低温阶段以前,12月2日的统计,3号池水体中有浮游幼虫8000万个/10m³。苗帘上有停着的幼虫4700万个/100个帘。停着在采苗帘上的幼虫根据壳长的分析(按Loosanoff等^[4]和我们1973年春的结果^[1],最小附着变态的幼虫壳长为215—217微米),有74%的个体为可以开始附着变态的幼虫。其余26%则是随意停息在绳纤维上营浮游生活的幼虫。当时全池尚有幼虫1.27亿个。

表2 出现眼点的幼虫在不同的壳长组中所占的百分率

(1975年11月26日至30日)

幼虫壳长范围(微米)	统计幼虫数(个)	眼点幼虫数(个)	出现率(%)
<205	>100	0	0
205—214	81	1	3
215—224	37	1	3
225—234	65	10	15
235—244	16	6	38
245—254	12	9	75

当水温低到7.0°C,在12月10日检查时,3号池水体内的幼虫数量已降到2000万个左右;采苗帘上的幼虫则有10%死亡。死亡的幼虫绝大部分是壳长小于200微米的小个体。对于一些健壮的大个体幼虫,表现为运动迟钝,停着不牢,生长缓慢。

当水温低到5°C,并持续6天以后,于12月18日检查时,水表层已不易找到游泳的幼虫。它们大量下沉,集聚于池底部。此时,在采苗帘上的幼虫,始终未见到有刚长出成体壳的。因此可以认为,在5—7°C的低水温条件下,对于贻贝幼虫的生活并不是十分适宜的。它虽不会造成幼虫的大量死亡,但至少会加速淘汰弱小的个体,并使变态推迟完成。

3. 人工适温阶段

为了使池内幼虫能继续正常生长并完成变态,我们设法提高水池中的水温。加温的方法极为简单,是将进水的铁管盘绕在炉灶内。育苗池每日补充一定量的温海水,使池温由原来的5°C逐步提高到16.2°C。

当水温由5°C经8天逐步提高到12月25日的9°C时,原来生活于底部的幼虫大量游至表层,但在初期水温上升时幼虫游泳的能力并不是强健有力。到12月29日水温升至10°C时,附于采苗帘上的部分幼虫在胚壳周围开始生出数微米的成体壳。在池内水体中的即将变态的幼虫,爬动活泼。到了这个阶段的后期,在1月7日和8日分别检查3号和5号池的采苗帘。根据苗帘上232个苗的统计,壳长范围在250至812微米之间,平均为447微米,达到了出池下海过渡大小的要求。幼虫经过人工适温阶段试验,使我们认识到在5—7°C的低水温情况下,对幼虫的培育不适宜,然而一当水温回升到10°C时,那些存活下来的幼虫能够恢复正常生长并完成变态,很快地长成为生产上合格的贻贝苗。

4. 过渡阶段

为了使采苗帘上的苗能及早健康地下海过渡，我们在出池前使池温从1月9日的12.5°C经12天下降到1月20日的2.8°C，与当地自然界的水温相似。

在过渡阶段的后期(1月15日)，我们检查了7号池苗帘上已变态的苗，在154个苗中仅发现有两个死亡，占1.3%。这证明在连续每天下降水温1°C幼苗能够适应这种变化。经过过渡阶段以后，于1月24日检查3号和5号池的苗，证明苗的生活是健壮的。它们的平均壳长已从过渡前的450微米缓慢地生长到716微米左右。

5. 产量

这次晚秋加温育苗，共培育4个水池，总水体为40m³。共育出4800万个出池苗，最高单位产量是180万个/m³。各池平均单位产量为120万个/m³，几乎达到了1973年春^[4]高产池的产量水平。

结 论 与 讨 论

贻贝人工育苗的水温，应该在10°C以上，因为这一水温条件是幼虫能够维持一定速度的生长并完成变态的基本要求。当然，平均水温在13°C或再高一些，生长会更快。

8°C的水温似乎是幼虫正常生活的下限。高于8°C，浮游幼虫活动正常。低于7°C或者低至5°C，经过一段时间，幼虫由于缺乏活动能力下沉至池底，生长基本停顿，或迟迟不能完成变态，弱小的个体大量被淘汰。

在5°C的低温条件下，健康的幼虫能继续存活下来，而且一旦水温恢复至9°C以上时，幼虫能恢复正常的活动能力，并继续生长。

完成变态后的苗对温度的适应能力较强。在16°C水温时，每天下降1°C左右，一直降至2.8°C，幼苗能够忍耐并适应这种下降的速度。这样，可以将人工苗移至自然养殖海区过渡。

幼苗在0°C左右的池温条件下，虽然生长停顿但能够健康过冬。幼苗在池内继续养育，延期至翌年出池。

根据幼虫对培育水温的要求，我们可以设想，秋季两茬育苗只要在原有育苗室的基础条件下，增添一台小型锅炉以加温海水，并以2000—6000瓦的加热器以保持池温，就能顺利地进行生产。在青岛，秋季第一茬苗一般在10月初开始培育，根据当时的水温条件(11—20°C)到11月中或迟至11月下旬即可下海过渡。秋季第二茬苗在11月底开始培育，当水温低于10°C时可以通过加温至13°C—17°C的方法以利于贝苗的生长。这样，至翌年1月底前就能将苗育出，并用逐步降温的方法，使出池苗做好下海过渡的准备。或者将部分苗留在水池中，延迟到第二年春天出池。这样，一个普通的育苗室可以初步做到连续生产，即在一年之内连续完成育出四茬苗的任务。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所贝类实验生态组、山东省烟台地区海水养殖试验场等,1976。烟台沿岸贻贝的生长。洋科学集刊,11:201—210。
- [2] 张福绥、楼子康、刘祥生、何义朝、李淑英、马江虎、陈昭华、张秀峰,1981。贻贝人工育苗高产问题的探讨。海洋与湖沼,12(3):279—285。
- [3] Bayne, B. L., 1965. Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* L., *Ophelia*, 2(3): 1—44.
- [4] Loosanoff, V.L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalve mollusks. Russell, F.S.: *Advances in Marine Biology*, 1: 1—136.

EXPERIMENT ON REARING MUSSEL SPATS IN LATE AUTUMN BY RAISING WATER TEMPERATURE

Lou Zikang Liu Xiangsheng

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Chen Zhaobua, Zhang Xiufeng and Zhang Naishi

(*The Second Mariculture Station of Qingdao shi*)

Abstract

In 1975 we conducted an experiment on rearing of mussel spats in late autumn by raising water temperature in a concrete tank measuring 10M² in size half-buried in the ground. The results revealed that the maximum output of each tank reached to 1.8×10^7 pcs./10M² and the average output of all the four tanks used was 1.2×10^7 pcs./10M². It reached to the record of the high-yield tank in the spring of 1973, and the average output record in the spring of 1975.

In rearing of autumn spats water temperature should not be lower than 10°C in order to ensure the larvae have a steady rate of growth and successfully go through the metamorphosis. If the water temperature was kept over 13°C, the growth rate would be accelerated.

Larvae could live normally and actively at the water temperature above 8°C. While below 7°C or 5°C, the larvae lay down to the bottom of the tank under a certain period of time and their growth was virtually stopped and the process of metamorphosis was also retarded and a large number even died.

As soon as the water temperature was restored to 9°C or higher, they could once again resume their normal activities and continue to grow.

After the completion of metamorphosis, the spats possess the adaptability to the

change of water temperatures. If the water temperature was gradually lowered from 16°C to 2.8°C by one degree a day, the young spats were able to withstand and adapt themselves to this rate of change. Thus, it was made possible to transfer the cultured spats in winter to sea areas where they were left to pass through the cold season.

At 0°C or thereabouts, the young spats ceased to grow but they were able to survive throughout the winter.

Based on the above temperature requirements, the installment of an additional small water-heating equipment is now in use in the spat rearing room and the problems of production in winter can be readily solved. With such an installation, an ordinary rearing room can maintain all-year-round production of spats, that is, can cultivate 4 crops of spats in a year two crops in spring and two in autumn.