

## 真鲷(*Pagrosomus major*) 苗种 生产技术的开发研究\*

柳学周 雷霖霖 刘忠强 刘新富

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

松本 淳 井村大辅

(日本国海外渔业协力财团, 东京)

**摘 要** 1991—1993年在中国青岛市对真鲷苗种生产技术进行了连续三年的开发研究, 通过改善亲鱼培育及采卵技术、提高轮虫连续培养及稳定供应技术、提高仔鱼开鳃率、加强饲料的营养强化、设置环流及水面集污器等技术措施, 改进和完善了真鲷苗种生产工艺。利用175m<sup>3</sup>培育水体, 三年中共育出真鲷苗种291.6万尾, 各年度的苗种生产量分别为51.8万尾、116.4万尾、123.4万尾; 培苗成活率分别为25.6%、32.8%、62.5%; 平均单位水体出苗量分别为2960尾/m<sup>3</sup>、6651尾/m<sup>3</sup>、9872尾/m<sup>3</sup>。在国内首次实现苗种生产三年连续成功, 并连续突破百万尾大关。同时试验证明利用对虾育苗池进行真鲷苗种生产是可行的。

**关键词** 真鲷, 苗种生产, 亲鱼培育, 营养强化

真鲷(*Pagrosomus major*)俗称红加吉, 是名贵的海产经济鱼类之一。近年来随着资源的衰退和国内外市场对名贵鱼类需求的增加, 真鲷增养殖技术的深入研究已引起广泛重视。日本自60年代中期开始真鲷苗种生产及放流增殖的研究<sup>(7,8)</sup>, 70年代后期增养殖技术研究发展迅速, 到80年代末, 苗种生产技术稳定, 全国真鲷苗种年生产量数千万尾, 养殖产量已逾3万吨, 成为日本第三大养殖鱼类。我国真鲷人工育苗的研究始于70年代中后期<sup>(3,4)</sup>, 80年代以来增养殖试验在南北方相继展开<sup>(5,6)</sup>, 特别是近几年南方的福建、广东等地网箱养殖发展迅速, 已形成产业规模, 北方沿海也在积极开展养殖试验, 特别是苗种生产技术的研究正在广泛展开。

在农业部水产司的大力支持下, 黄海水产研究所与日本海外渔业协力财团合作于1991年至1993年在青岛市小麦岛黄海水产研究所试验基地实施了“小麦岛水产增殖技术研究项目”, 实施本项目的三年中, 对真鲷苗种生产技术进行开发研究, 实现了苗种生产及放流增殖技术的稳定发展, 取得了较好的成绩。

收稿日期: 1994-09-21。

\* 陈超、姜文礼、徐延康参加了部分试验工作, 特此致谢。

## 材 料 与 方 法

### (一) 设施条件

使用鱼类育苗温室一栋, 轻型钢结构, 房顶覆盖透明玻璃钢瓦。室内有容积  $25\text{m}^3$  的亲鱼池 2 个, 容积  $25\text{m}^3$  的鱼苗培育池 3 个, 容积  $14\text{m}^3$  的轮虫培养池 6 个, 容积  $16\text{m}^3$  的单胞藻培养池 6 个,  $3\text{m}^3$  的 FRP 水槽 10 个,  $1\text{m}^3$ 、 $0.5\text{m}^3$  透明聚酯水槽若干个。1993 年增加使用室外帆布水槽 6 个(单胞藻培养用, 每个容积  $20\text{m}^3$ )。另外使用容积  $50\text{m}^3$  的对虾育苗池 2 个, 作为鱼苗培育池。配套设备有: 高位水池( $1200\text{m}^3$ )、急速海水过滤器、水泵房、罗茨鼓风机、蒸汽锅炉、自动池底清底器、潜水泵、常规水质检测仪、显微镜、解剖镜、万能透影仪等。

### (二) 亲鱼培育、采卵及孵化

1. 亲鱼培育 使用的亲鱼分野生亲鱼和人工亲鱼, 野生亲鱼为 1990 年春及 1991 年春在莱州湾捕获的 4—5 龄野生鱼(以下称 A 群和 C 群), 人工亲鱼为 1991 年从日照市水产研究所购入的 1988 年孵化培育的(以下称 B 群)。亲鱼入池后周年培育, 培育条件及方法如表 1 所示。

表 1 亲鱼培育条件与方法

Table 1 Culture condition and method for parent fish

培育池 Tank	培育密度 Density (Kg/m <sup>3</sup> )	水温 Temp. (°C)	日换水率 Water exchanging rate per day (%)	饵料种类 Kinds of diet	投喂率 Feeding rate (%)	备注 Remarks
水泥池 Concrete tank (4.4×4.4 ×1.6m)	2—4	产卵期: 13—17 Spawning period  饲养期: 12—26 Rearing period  越冬期: 10—12 Wintering period  促熟期: 12—14 Promoting maturation period	产卵期: 200—400 Spawning period  饲养期: 200—300 Rearing period  越冬期: 100—200 Wintering period  促熟期: 150—200 Promoting maturation period	产卵期: 杂鱼虾+活沙蚕 Spawning period: fish, shrimp, live polychaete  饲养期: 杂鱼虾 Rearing period: fish, shrimp  越冬期: 杂鱼虾 Wintering period: fish, shrimp  促熟期: 鲜鱼杂虾+活沙蚕 Promoting maturation period: shrimp, live polychaete	产卵期: 3 Spawning period  饲养期: 2—3 Rearing period  越冬期: 2 Wintering period  促熟期: 4 Promoting maturation period	遮光、 Sheltered  充气、 Aerated  流水培育 flowing water culture.

2. 采卵 亲鱼经越冬促熟后于池内自行产卵。产卵期在产卵池的溢水口外设置集卵水槽及集卵网, 每日采卵 1—2 次。

3. 孵化 使用  $0.5\text{m}^3$  的园形透明聚酯水槽数个, 槽内悬挂孵化网, 控温  $16—18^\circ\text{C}$ , 充气、流水孵化, 并对卵子进行连续观察, 统计受精率、孵化率等数据。

### (三) 苗种培育方法

使用  $4.4\times 4.4\times 1.6\text{m}$  的正方形水泥池(实用水体  $25\text{m}^3$ ) 3 个,  $4.4\times 7.6\times 1.6\text{m}$  的长方形水泥池(实用水体  $50\text{m}^3$ ) 2 个, 育苗用水为砂滤海水, 对虾育苗池后期直接使用自然海水。培育池上方设置遮光幕, 避免阳光直射, 前期培育光照强度控制在  $1000\text{Lux}$  以内, 后期培育光照强度控制在  $2000\text{Lux}$  以内。

采集产卵盛期的受精卵,孵化后将初孵仔鱼放入各池,为了保证饵料的充分供应,有计划地拉开各池的放苗日期。培苗初始水量由培育池容积的 3/4—4/5 开始,前 5 天逐渐加水至满,以后采取流水方式换水,并随鱼苗的生长逐渐增大换水量,10 日龄时换水率为 50%,20 日龄时增至 100%,开始投喂鱼虾肉糜时换水率增大到 200%,以后随鱼苗摄食肉糜量的增加,换水率逐渐增大到 500%(图 1)。前期仔鱼培育时采取弱充气,特别是在仔鱼开鳔期内采取微弱充气,仔鱼开鳔后逐渐加大充气量。仔鱼全长 6.5mm 左右开始环流培育,环流速度随鱼苗的生长由弱到强,同时在池水表面设置集污器,清除水表面的污垢。培育期间使用清底器或人工潜水清底。

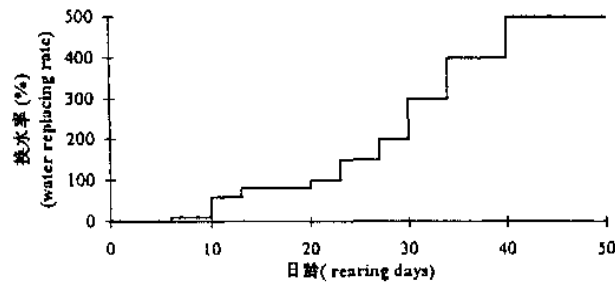


图 1 真鲷日龄与换水率的关系

Fig. 1 Quantity of water replaced during different rearing period

饵料系列为轮虫—卤虫无节幼体(鱼卵、桡足类等)—鱼虾肉糜(图 2)。以 L 型褶皱臂尾轮虫为开口饵料,在投喂轮虫期间培育池内添加海水小球藻 *Nannochloropsis oculata*\*, 维持其密度 50—100 万 cell/ml,开口时的轮虫投喂量按培育水体 3—5 个/ml,以后逐渐增至 10—20 个/ml,每日投喂 2 次。仔鱼全长 6.0mm 左右时开始投喂卤虫无节幼体(简称卤虫—N),投喂量为培育水体中 0.5—1 个/ml,以后增加至 8—10 个/ml,每日投喂 2—3 次。仔鱼全长 8—9mm 时开始投喂鱼虾肉糜,使用鱼虾肉糜时添加多种维生素。

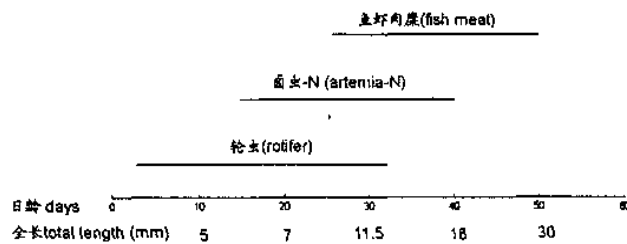


图 2 饵料系列示意图

Fig. 2 Composition of diets for fry in different stages

培育期间每日两次监测培育池的水质情况,各项常规水质指标控制如下:水温 18—21℃、盐度 27—33‰、pH 值 7.6—8.3、溶解氧含量 4.0mg/L 以上、总氨氮( $\text{NH}_4^+-\text{N}$ )1.0 mg/L 以下。

\* 该藻种系作者 1990 年赴日本研修时,由日本栽培渔业协会引入的。

## (四) 饵料生物培养

轮虫以小球藻和面包酵母为饵料,在水温 24—26℃、盐度 23—26‰、连续充气条件下培养。小球藻采用环流式连续充气培养,密度达 2000 万 cell/ml 以上时提供使用。轮虫投喂前用小球藻加乳化乌贼肝油强化培养 12 小时以上使用;卤虫-N 孵出后用乳化鱼油强化培养 12 小时后使用。

## 结 果

## (一) 亲鱼培育、采卵及孵化结果

三年来对试验用亲鱼进行周年培育,效果良好。1991—1993 年亲鱼产卵及孵化结果如表 2 所示。91 年共采卵 3483.7 万粒,其中浮卵 2270.6 万粒,受精率 88.2%,孵化率 66.5%;1992 年总采卵量 9840.2 万粒,浮卵量 6695.6 万粒,受精率 94.4%,孵化率 63.1%;1993 年总采卵量 9276.5 万粒,浮卵量 5606.6 万粒,受精率 95.1%,孵化率 74.6%。人工亲鱼和野生亲鱼产卵期均为 3 月底到 6 月上中旬,产卵盛期为 4 月中旬到 5 月下旬,与自然海区相比,产卵期早且产卵期间长。1991 年春季捕获的野生亲鱼(C 群),因捕捞和运输时受伤、惊吓及暂养环境差等原因,当年产卵效果较差,产卵量低,卵子质量差,正常卵率仅 27%。

表 2 1991—1993 年真鲷采卵结果

Table 2 Eggs production of red sea bream in 1991—1993

年份 Year	亲鱼群 Parent fish group	亲鱼尾数 Number of parent fish (♀:♂)	产卵期间 Spawning period (day)	总采卵量 Number of eggs (×10 <sup>4</sup> )	浮卵量 Number of floating eggs (×10 <sup>4</sup> )	浮卵率 Rate of floating eggs (%)	受精率 Fertilizing rate (%)	正常卵率 Normal eggs rate (%)	孵化率 Hatching rate (%)
1991	A	20 (7:13)	4.20—6.11 (53)	971.5	634.2	65.3	96.0	86.6	63.9
	B	19 (10:9)	4.08—6.14 (68)	2443.8	1611.4	65.9	85.3	98.9	67.7
	C	13 (7:6)	5.17—6.14 (28)	69.4	25.0	36.0	73.0	—	—
	合计 Total	52 (24:29)		3483.7	2270.6	65.2	88.2	94.7	66.5
1992	A	24 (10:14)	3.24—5.18 (56)	2863.0	1724.4	60.2	91.9	79.3	70.5
	B	19 (10:9)	3.25—6.07 (75)	6977.2	4971.2	71.2	96.8	86.4	53.8
	合计 Total	43 (20:23)		9840.2	6695.6	65.7	94.4	82.9	63.1
1993	A	16 (6:10)	3.30—5.27 (59)	2751.1	1270.8	46.2	95.0	91.1	80.7
	B	17 (9:8)	3.31—6.04 (66)	6525.4	4335.8	66.4	95.2	95.4	68.4
	合计 Total	33 (14:19)		9276.5	5606.6	60.0	95.1	93.3	74.6

A: 90 年捕获的野生亲鱼. Group A: Natural parent fish caught in 1990.

B: 88 年孵化的工人亲鱼. Group B: Artificial parent fish hatched in 1988.

C: 91 年捕获的野生亲鱼. Group C: Natural parent fish caught in 1991.

## (二) 苗种培育结果

初孵仔鱼入池后经 40—50 天的培育,全长可达 20—30mm。表 3 列出了 1991—1993 年苗种培育结果。1991 年使用育苗水体 175m<sup>3</sup>,共放入初孵仔鱼 202.3 万尾,培育出全长 30.4—59.6mm 的苗种 51.8 万尾,成活率 25.6%,平均单位水体出苗量 2960 尾/m<sup>3</sup>;1992 年使用育苗水体 175m<sup>3</sup>,放入初孵仔鱼 354.8 万尾,共培育出 21.6—36.8mm 的苗种 116.4 万尾,成活率 32.8%,平均单位水体出苗量 6651 尾/m<sup>3</sup>;1993 年使用育苗水体 125m<sup>3</sup>,放入初孵仔鱼 197.4 万尾,共培育出全长 21.7—29.2mm 的苗种 123.4 万尾,成活率 62.5%,平均单位水体出苗量 9872 尾/m<sup>3</sup>。

表 3 中可看出 1991 年对虾育苗室 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup> 培育池管理方法不完善,未采取遮光、控制充氧量及环流等措施,育苗成活率仅为 9.2—13.5%。1992—1993 年对对虾育苗池的育苗方法加以改善,采用与鱼类温室相同的管理方法和操作规程,使成活率提高至 32% 和 55%,说明利用对虾育苗室进行真鲷苗种生产是可行的。

表 3 1991—1993 年真鲷苗种生产结果  
Table 3 Seed production of red sea bream in 1991—1993

年度 Year	放苗 Culture condition				出苗 Seed production			成活率 Survival rate (%)	培育水温 Temp. (°C)	培育天数 Culture period (day)
	池号 No of pond	体积 Volume (m <sup>3</sup> )	尾数 Number (×10 <sup>4</sup> )	密度 Density (ind./m <sup>3</sup> )	尾数 Number (×10 <sup>4</sup> )	密度 Density (ind./m <sup>3</sup> )	全长 Length (mm)			
1991	D-1	25	25.0	10000	13.0	5200	38.8	52.0	17.3—21.9	58
	D-2	25	28.0	11200	16.0	5400	32.7	57.1	18.0—22.4	51
	D-3	25	30.0	12000	7.8	3120	30.4	26.0	18.9—23.2	49
	1#	50	25.0	5000	2.3	458	59.6	9.2	16.8—21.4	101
	2#	50	94.2	18860	12.7	2540	38.2	13.5	16.5—21.8	51
	合计 Total	175	202.3		51.8			25.6		
1992	D-1	25	46.9	18760	30.7	12276	36.8	65.4	17.2—19.8	59
	D-2	25	41.5	16600	7.5	3000	27.0	18.1	17.8—19.2	48
	D-3	25	63.3	25320	21.0	6700	36.4	33.2	18.2—23.0	48
	1#	50	70.0	14000	30.0	6000	24.1	42.9	17.8—21.6	48
	2#	50	133.1	26620	27.2	5440	21.6	20.4	17.6—21.0	46
	合计 Total	175	354.8		116.4			32.8		
1993	D-1	25	43.9	17560	26.7	10600	29.2	60.7	17.8—19.5	48
	D-2	25	41.2	16480	27.5	11000	26.0	66.7	17.6—19.4	46
	D-3	25	29.6	15840	29.2	11700	21.7	73.9	18.0—19.8	40
	1#	50	72.7	14540	40.0	8000	24.0	55.0	18.6—22.0	46
	合计 Total	125	197.4		123.4			62.5		

表 4 列示了各年度轮虫培养结果,图 3 为各年度轮虫保有量与供给量的日径变化。由表 4 和图 3 可看出 1991 年轮虫的收获密度较低(120.7 个/ml),日保有量不足(40—60 亿个),轮虫的总生产量 421.2 亿个,投饵高峰时造成轮虫供应紧张。1992 年轮虫培养稳定,收获密度高达 298.5 个/ml,日保有量维持在 100—150 亿个左右,投饵高峰期日供给量 20—30 亿

表 4 各年度轮虫培养结果一览表

Table 4 Cultivation of rotifer from 1991 to 1993

年度 Year	培养天数 Culture period (day)	水温 Temp. (°C)	盐度 Salinity (‰)	开始密度 Stanting density (ind./ml)	收获密度 Collecting density (ind./ml)	总生产量 Total production ( $\times 10^8$ )	日增殖率 Increase rate daily (%)	卵率 Eees rate (%)	小珠藻用量 Quantity of Nannochloropsis (m <sup>3</sup> )	酵母用量 Quantity of yeast (kg)
1991	63	26.3	25.30	72.1	120.7	420.7	30.3	21.4	284.0	321.5
1992	87	25.3	25.30	171.8	298.5	1238.8	20.3	21.8	509.3	1067.0
1993	71	25.0	24.76	114.4	158.2	806.1	32.9	28.2	792.1	558.7

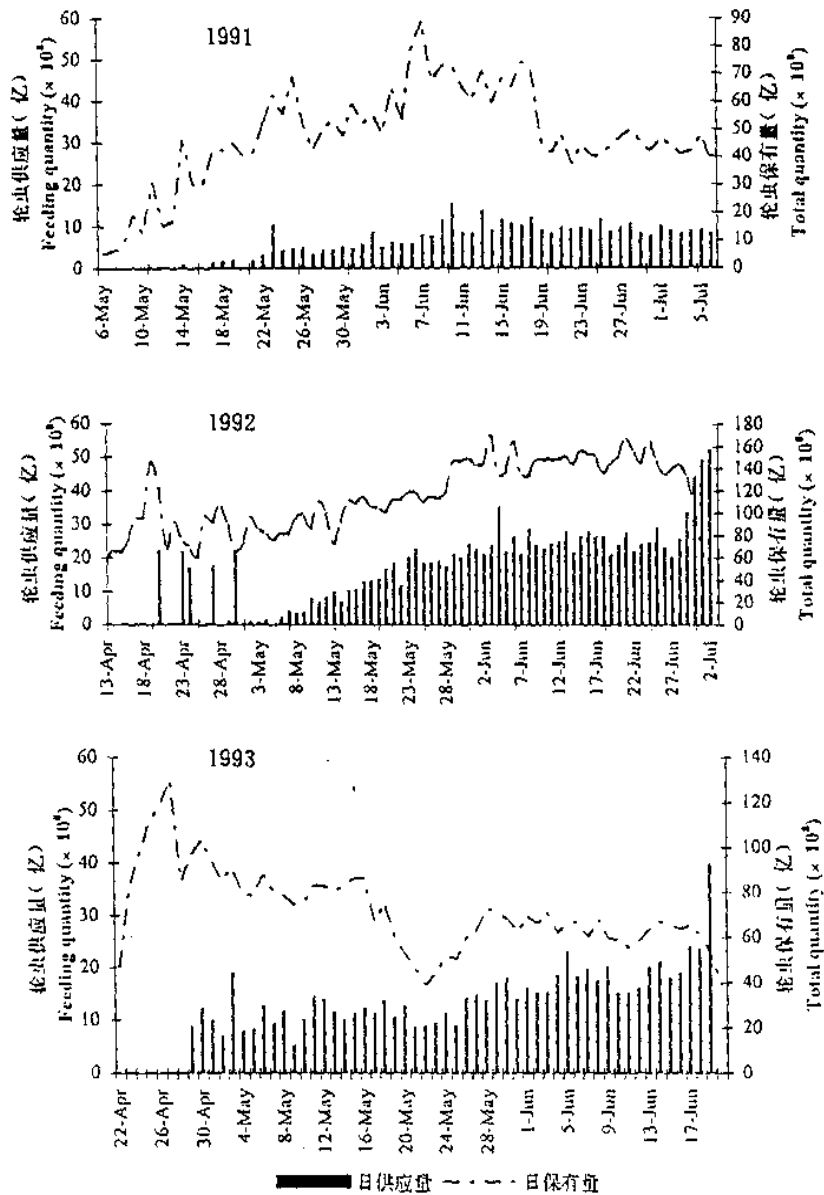


图 3 1991—1993 年轮虫保有量与供应量的日径变化

Fig. 3 The daily fluctuation of the rotifer maintaining rate and supplying rate

个,共生产轮虫 1238.8 亿个;保证了轮虫大量稳定地提供使用。因此,采用本试验的育苗方法,轮虫的日供应量应为 20—30 亿个,日保有量应在 100 亿个左右为宜。

## 讨 论 与 小 结

我们用图 4 表示真鲷苗种生产工艺流程,总结苗种生产的全过程,可分四个部分:水的处理、亲鱼及采卵孵化、饵料培养及营养强化、苗种培育。各部分密切相连以苗种培育为中心运转。我们对亲鱼培育及采卵、提高开孵率、环流培育、饵料的营养强化等技术环节进行了改进,使苗种生产量和成活率逐年提高。

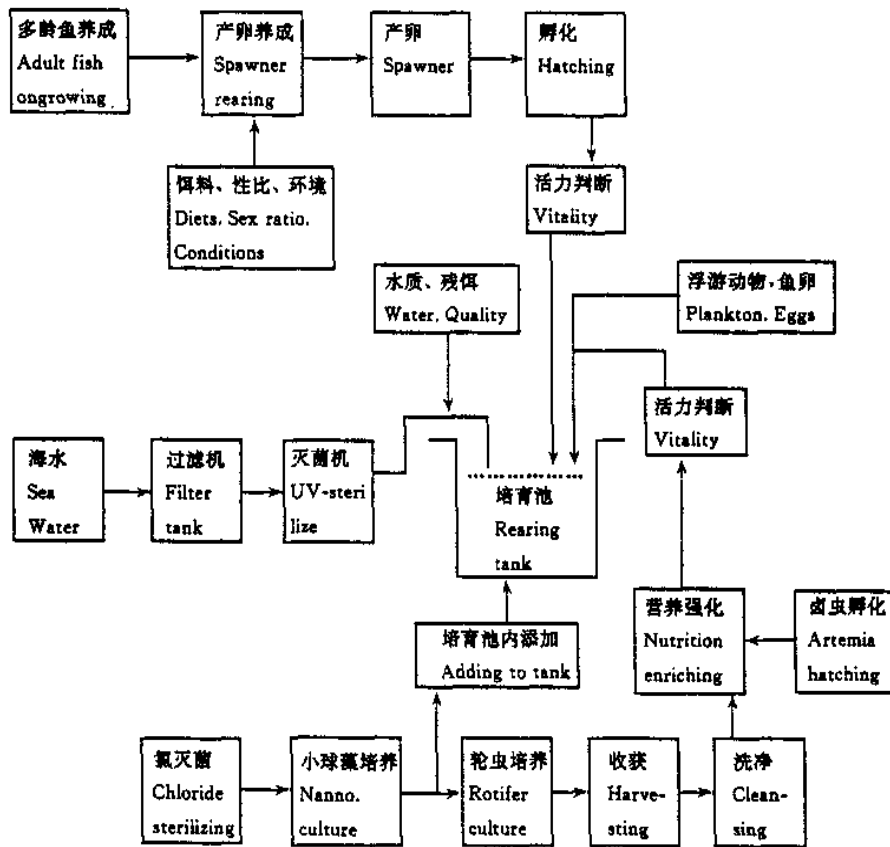


图 4 真鲷苗种生产工艺流程示意图

Fig. 4 The procedure of red sea bream seed production

1. 亲鱼培育及产卵 三年来通过改进亲鱼加强培育和采卵技术,使人工亲鱼和畜养后野生亲鱼都获得良好的产卵效果。亲鱼培育分饲育期、越冬期、促熟期和产卵期四个阶段,除保证各阶段的适宜环境条件外,还应加强不同时期亲鱼对饵料需求的研究。真鲷亲鱼饵料以鲜杂鱼虾为主,杂鱼以含脂量低的鱼类为主。促熟期是亲鱼性腺发育时期,此时应加强优质饵料的投喂,适当加大投喂率并在饵料中添加维生素 E,促进性腺发育。另外促熟期和产卵期增加投喂活沙蚕,有利于卵巢发育和补充亲鱼产卵时的体力消耗。一般产卵初期的卵子质量

差、数量少,不宜用于苗种生产,而应用产卵盛期的卵子。

2. 提高仔鱼开鳔率 开鳔是指仔鱼鳔囊充气的过程,此过程自全长 3.5mm 左右开始到 5.5mm 左右基本完成。开鳔率低会造成大量死亡或形成畸形鱼。对仔鱼本身来讲,完成开鳔行为必须自身具备充分的活力,这就要求初期饵料轮虫必须活力强营养价值高,否则仔鱼活力减弱会造成开鳔困难或死亡。另外开鳔期仔鱼游泳能力差,此时若充气量过大,会阻碍仔鱼上浮开鳔或误吞水中气泡造成假开鳔和气泡病。我们在开鳔期采取弱充气、投喂活力强经营养强化的轮虫等措施,提高了仔鱼的开鳔率,使育苗成活率不断提高,而且畸形鱼很少。因此开鳔期的管理技术是十分重要的。

3. 环流培育 仔鱼全长 6.5mm 左右时已具备一定的游泳能力,此时在培育池内设置环流。方法是在培育池内定向安装环流板,环流板底部安放气石,靠环流板对充气水流的反作用力形成定向水流。环流的形成可促进鱼苗的生长发育和新陈代谢,环流的另一重要作用是在培育池内形成“活水”,保持培育池内水环境的统一,避免局部缺氧,另外由于环流的作用可使池内的残饵、粪便等集中于池底中央便于清底。

4. 饵料转换及营养强化 饲喂真鲷苗种的饵料中(图 1),以轮虫、卤虫-N 和鱼虾肉糜为主,各种饵料的投喂时期如下:轮虫 3—31 日龄、卤虫-N 19—39 日龄、鱼虾肉糜 25 日龄至出池。各种饵料在转换时要有充分的交叉时间,便于鱼苗对新饵料逐渐识别和选择。其中换喂鱼肉糜时,开始可用糠虾肉糜诱导摄食,而后据摄食情况逐渐加入鱼肉。营养强化是指增加生物饵料体内的高度不饱和脂肪酸(HUFA,以 20:5 $\omega$ 3 和 22:6 $\omega$ 3 为主)的含量,轮虫通过摄食小球藻和鱼油颗粒可提高体内 HUFA 的含量,初孵的卤虫-N 通过附肢刚毛吸附鱼油颗粒提高营养价值。鱼虾肉糜营养较丰富,通过添加多种维生素使营养更全面。

5. 放养与出池 目前国内外真鲷苗种培育方式有两种:一次出池培养法和二次出池培养法(中途分养法)。本试验采用前种方式。经 3 年试验得知,使用中型水泥池育苗时放养密度以 1.0—1.5 万尾/m<sup>3</sup> 为宜。真鲷苗 14—15mm 时进入稚鱼期,此时鳞片刚刚形成,鱼肉糜的转换尚未彻底完成,故不宜出池。到 20—30mm 时各部器官已发育完善且适应能力增强,另外 30mm 以上的鱼苗重量增长加快,摄食量急剧增加,在原培育池内高密度培养情况下已无法保证正常的摄食量,且极易发生疾病。因此约经 50 天培育,鱼苗全长 20—30mm 时为最佳出池规格,应及时出池。减低密度进行中间培育。

## 参 考 文 献

- [1] 孙光,1992. 真鲷仔稚鱼对饵料生物的选择性,水产学报,16(1).
- [2] 黄丁郎,1972. 黑鲷人工繁殖. 中国水产(台),235:2—6.
- [3] 厦门水产学院海水养鱼小组,1978. 真鲷人工繁殖的试验. 动物学杂志(1):1—4.
- [4] 厦门水产学院海水养鱼小组,1978. 真鲷苗种培育试验. 动物学杂志,(1):4—7.
- [5] 雷霖霖等,1992. 真鲷工厂化育苗技术研究. 海洋水产研究,(13):73—84.
- [6] 蔡兴邦,1981. 真鲷人工繁殖和苗种培育技术的研究. 科技资料汇编(三):89—108,江苏省海洋水产研究所编印.
- [7] 山口正男,1978. タイ养殖基础与实际. 恒星社厚生阁.
- [8] 山下金义,1966. マゲイ养殖的基础的研究-IV,稚仔の疾病にフれて(2). 鳔の异常膨满. 日本水产学会志,32(12):1006—1014.
- [9] 日本栽培渔业协会,平成 2 年. 日本栽培渔业协会事业年报(昭和 63 年度).
- [10] 日本栽培渔业协会,平成 4 年. 日本栽培渔业协会事业年报(平成 2 年度).
- [11] 古沢 徹,1975. 种苗生产对象鱼. 稚鱼の摄饵と发育,98—99.



- (12) 江草周三,1984. 魚の感染症: 恒星社厚生閣.  
(13) 福所邦彦他,1976. 大型水槽によるマズイの种苗量产. 长崎县水试研报,2:92-100.

## STUDIES ON SEED PRODUCTION TECHNOLOGY OF RED SEA BREAM *PAGROSOMUS MAJOR*

Liu Xuezhou Lei Jilin Liu Zhongqiang Liu Xinfu

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Matsumoto Jun Imura Daisuke

(Overseas Fishery Cooperation Foundation, Tokyo, Japan)

**ABSTRACT** The studies on seed-production of red sea bream were carried out from 1991 to 1993 in Maitao Experimental Station of Yellow Sea Fisheries Research institute, Qingdao, China. By innovating methods of spawner culture and egg collection, adopting continuous culture of ratifier, raising swim bladder inflation rate, enhancing the nutrition of animal diets, setting the water circulating plate in the tank, total 2. 916 million seeds ranged from 21. 7 to 59. 6 mm in total length were produced in the three years in the concrete tanks with total capacity of 174 m<sup>3</sup>. The mean seed productions were 2960, 6651 and 9872 m<sup>-3</sup> in 1991, 1992 and 1993 respectively. Meanwhile, it demonstrated that prawn seedling breeding tanks not only was practicable facility of breeding red sea bream but could obtain high production and survival also.

**KEYWORDS** Red sea bream (*Pagrosomus major*), Seedling production, Spawner culture, Nutrition enhancing