

盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长的影响

王涵生

(福建省水产研究所, 福建 厦门 360102)

摘 要:在室内水池以溢水法收集真鲷(*Pagrosomus major*)受精卵,并置于不同盐度海水中静水孵化,孵出仔鱼以流水培育。设置盐度梯度为17.0、22.0、27.0及自然盐度33.0,水温分别为19.5~21.5℃(孵化)、20.5~23.5℃(培育)。结果表明:①真鲷受精卵在自然盐度海水中发育很好,孵化率较高(85.0%~97.0%),畸形率较低(3.2%~23.7%);在低盐度条件下静水孵化,发育不好,孵化率为48.0%~1.0%,且盐度越低,孵化率也越低。充气孵化时,盐度低至17.0,孵化率有时也可达97.1%,但畸形率高达85.7%~100%。②孵化仔鱼中有2类畸形,第1类畸形表现为身体或尾部弯曲,油球位于卵黄囊中部或前部,油球数多于1个,盐度越低,畸形率越高;第2类畸形表现为仔鱼膜膨大、围心腔扩大,这类畸形只出现于低盐度条件下,盐度越低,畸形率越高,且往往与第1类畸形症状并发。③不同盐度对真鲷仔稚鱼的生长速度没有显著影响,各盐度条件仔稚鱼经31 d的培养,其平均全长为19.6~20.7 mm($P>0.05$),没有显著的差别。④海水盐度越低,仔稚鱼的存活率越高,各组的平均存活率为,盐度17.0时,36.3%;盐度22.0时,36.2%;盐度27.0时,27.1%;盐度33.0时,16.3%。

关键词:真鲷;盐度;受精卵;仔稚鱼;发育;生长

中图分类号:S965.231

文献标识码:A

文章编号:1005-8737(2002)01-0033-06

日本学者观察了不同海水盐度条件下真鲷(*Pagrosomus major*)受精卵的孵化^[1,2];蔡兴邦等^[3]观察了不同海水盐度对真鲷受精卵孵化及5 d内对仔鱼存活率的影响;雷霖霖等^[1]观察了不同海水盐度对黑鲷的胚胎及早期仔鱼发育的影响。但在不同盐度的海水中,将真鲷从仔稚鱼培养到变态完成,并比较不同海水盐度对其生长及存活率的影响,国内外未见有关报道。

本研究在日本长崎县水产试验场增殖养殖研究所进行,观察研究了不同海水盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长、存活的影响,并对仔稚鱼发育的观察

一直进行到仔稚鱼完成变态成为幼鱼。本研究旨在真鲷的养殖环境研究提供更详尽的科学依据。

1 材料与方法

1.1 受精卵及仔鱼的来源

受精卵及仔鱼由日本长崎县水产试验场增殖养殖研究所养殖于海上网箱的3龄亲鱼在室内水泥池自然产卵获得。产卵时自然水温19.5~21.5℃,自然盐度32.0~33.0。卵以溢水法收集,取原肠期之后的受精卵用于胚胎发育的观察。取部分受精卵置尼龙网箱中流水孵化,用于仔稚鱼培育试验,孵化时的水温及盐度与亲鱼培育时的相同。

1.2 海水盐度的设置

盐度梯度为:17.0(1组)、22.0(2组)、27.0(3组)及32.0~33.0(4组)。低盐度海水通过添加自来水配制,并置于1 m³玻璃钢水槽中充分曝气,以除去自来水中的游离氯。

1.3 不同盐度对受精卵孵化的影响

使用400 ml烧杯,每个烧杯放100粒受精卵,静水或微充气(以受精卵可以轻轻翻滚为度)孵化,

收稿日期:2001-01-24.

作者简介:王涵生(1948-),男,副研究员,从事海洋鱼类人工育苗养殖研究。

1)山口内海水试.昭和40年度指定调查研究事业:种苗生产研究中间报告书[R].

2)广岛水试.マダイ种苗生产研究报告.(昭和42-44年3カ年份总结)[R].

3)蔡兴邦,杨慧智,朱德芬,等.真鲷人工繁殖和苗种培育技术研究[A].江苏省海洋水产研究所,1982年科技资料汇编[R].1982.

使用不同批次的受精卵重复进行4次。仔鱼全部孵出后,计算死卵及正常发育、畸形、死亡的仔鱼个体数量,比较其孵化率与畸形率。并于 Nikon 万能投影仪下对仔鱼进行观察、描图。孵化时自然水温 19.5~21.5℃,受精卵一般 28~30 h 以后孵出。到进行观察时仔鱼已经孵化 10 h 以上。

孵化率(%) = 孵出仔鱼数(包括死亡仔鱼)/受精卵数 × 100;

畸形率(%) = 畸形仔鱼数/存活仔鱼数 × 100。

1.4 不同盐度对仔稚鱼发育的影响

4个盐度梯度如1.2所述,每组设2个重复组。实验使用8个100 L的玻璃水槽,每个水槽放2000尾第3天即将开口的仔鱼。仔鱼流水培育,流量 200 ml/min(相当于每日3倍换水量);自然水温 20.5~23.5℃,充气量 100~250 ml/min,初期较小,后期逐渐增大。培育水槽的周围及上方悬挂遮阳网,光照度控制在 800~1000 lx。

1.5 仔稚鱼的培育

饵料初期为轮虫(*Brachionus plicatilis*),到仔鱼全长 7~8 mm(16 d)时,开始合并投喂卤虫(*Artemia salina*)无节幼体。22 d 以后仅以卤虫幼体投喂。轮虫与卤虫无节幼体均经油脂酵母和乌贼肝油强化。由于终日流水,饵料的流失很大,所以投饵量也较大。轮虫投饵密度初期(1~10 d)为 10~15 ml⁻¹,后期(11~20 d)增至 25~45 ml⁻¹;卤虫幼体的投饵密度初期(16~20 d)为 2~3 ml⁻¹,后期(21~31 d)逐渐增至 3~5 ml⁻¹。

1.6 标本的取样和测量

实验开始后,每隔5 d 取样20尾仔鱼,在万能投影仪下测量其全长。后期稚鱼较大,经 MS-222 麻醉后测量观察。实验结束时,将全部变态幼鱼取出计数并以下式计算其存活率。

$$\text{存活率}(\%) = N_2 / (N_0 - N_1) \times 100$$

式中: N_0 —起始尾数; N_2 —最终存活数; N_1 —取样标本数。

2 结果

2.1 不同盐度对受精卵孵化的影响

2.1.1 孵化率与仔鱼畸形率 真鲷卵系浮性卵,在自然盐度海水中,受精卵全部浮于水面;在盐度 27.0 时,部分卵沉于底部,部分卵呈半浮沉状态;在盐度 22.0 及 17.0 时,卵全部沉底。实验初始,受精卵静水孵化结果见表 1。3个低盐度梯度的孵化率为

1.0%~48.0%;盐度越低,孵化率也越低。自然盐度中的孵化率则明显较高,为 85.0%~97.0%。在孵化烧杯中进行微充气,使受精卵在水中轻轻翻滚,3个低盐度梯度的孵化率都明显提高,为 76.8%~97.1%,即使在 17.0 的低盐度下,孵化率有时也高达 97.1%(见表 2)。这说明,在自然盐度条件下,静水与微充气孵化,受精卵发育都很好,孵化率为 85.0%~97.0%,平均 93.7%,仔鱼畸形率为 3.2%~23.7%,平均 11.1%。在盐度 27.0 时,发育仍能进行,但仔鱼畸形率较高。在盐度 17.0 时,静水培育的孵化率很低,仅 1%~40%,且死亡率和畸形率都很高;在充气条件下,孵化率虽然有时也高达 97.1%,但畸形率为 85.7%~100%。

2.1.2 仔鱼畸形特征 畸形仔鱼可分为2种类型。第1类畸形为体型及油球位置异常,正常的仔鱼身体平直,1个油球,位于卵黄囊后端(图1)。而前者有的尾部或整个身体弯曲,有的有2个或更多油球;有的虽然1个油球,但位于卵黄囊的中部或前端(图2)。第2类畸形为仔鱼膜(鳍褶)及围心腔异常。正常仔鱼的仔鱼膜背部最高处的宽度一般与其相应位置的体肌宽度相当或略宽,围心腔紧包着卵圆形心脏,其间隙很小。而这一类畸形仔鱼的仔鱼膜明显膨大,其最宽处可达相应部位体肌宽度的1.5倍;围心腔也明显扩大,其间隙超过心脏的体积甚多(图3)。

观察表明,在自然海水盐度条件下,畸形的仔鱼都属于第1类。在低盐度海水条件下,除了第1类畸形的出现率更高外,还出现较多的第2类畸形。而且,具有第2类畸形特征的许多仔鱼常常是两类畸形症状并发(图4)。

2.2 不同盐度海水对仔稚鱼生长与存活率的影响

仔鱼培育试验从5月30日开始,经过31 d 培育,到6月29日,变态完成为幼鱼,平均全长分别从 3.2 mm 增长到 19.4~20.7 mm,期间水温为 20.5~23.5℃。4个盐度梯度的生长速度没有明显的差异($P > 0.05$)。令人注意的是,随着盐度的递增,仔稚鱼的存活率却逐步下降。盐度 17.0、22.0、27.0 及自然盐度各组变态幼鱼平均存活率分别为 36.3%、36.2%、27.1% 和 16.3%(表 3)。

3 讨论

3.1 受精卵的发育

3.1.1 盐度对孵化的影响 实验表明,真鲷受精卵

在自然海水盐度条件下发育最为正常。盐度 27.0 或更低, 胚胎的发育都不好。这与日本学者山口内海水试^[1]、日本水产资源保护协会^[2]所观察的真鲷卵正常发育要求盐度 32.0 以上是一致的。

表 1 不同海水盐度对真鲷受精卵发育的影响(静水孵化)

Table 1 Effects of different salinities on development of *P. major* eggs (without aeration)

日期 Period	组别 Group	死卵/粒 Dead eggs	孵化仔鱼/尾 Hatched larvae	死亡仔鱼/尾 Dead larvae	正常仔鱼/尾 Normal larvae	畸形仔鱼/尾 Abnormal larvae	孵化率/% Hatching rate	畸形率/% Abnormal rate
05-21-05-24	1	86	14	12	1	1	14.0	50.0
	2	81	19	12	3	4	19.0	57.1
	3	67	33	16	10	7	33.0	41.2
	4	4	96	0	90	6	96.0	6.3
05-26-05-29	1	99	1	0	0	1	1.0	100
	2	91	9	2	0	7	9.0	100
	3	83	17	2	5	10	17.0	76.7
	4	15	85	0	73	12	85.0	14.1
05-27-05-30	1	60	40	22	1	17	40.0	94.4
	2	56	44	15	1	28	44.0	96.6
	3	52	48	9	25	14	48.0	35.9
	4	5	95	0	89	6	95.0	6.3
05-28-05-31	1	90	10	0	0	10	10.0	100
	2	74	26	0	1	25	26.0	96.2
	3	81	19	0	0	19	19.0	100
	4	3	97	0	85	12	97.0	12.4

表 2 不同海水盐度对真鲷受精卵发育的影响(充气孵化)

Table 2 Effects of different salinities on development of *P. major* eggs (aeration)

日期 Period	组别 Group	死卵/粒 Dead eggs	孵化仔鱼/尾 Hatched larvae	死亡仔鱼/尾 Dead larvae	正常仔鱼/尾 Normal larvae	畸形仔鱼/尾 Abnormal larvae		孵化率/% Hatching rate	畸形率/% Abnormal rate
						第 1 类 Type 1	第 2 类 Type 2		
05-31-06-02	1	23	76	44	6	8	18	76.8	81.3
	2	18	81	15	29	11	26	81.8	56.1
	3	11	91	3	59	11	18	89.2	33.0
	4	3	97	0	74	23	0	97.0	23.7
06-03-06-05	1	3	99	6	10	29	54	97.1	89.2
	2	4	96	3	20	27	46	96.0	78.5
	3	7	89	4	46	15	24	92.7	45.9
	4	4	94	1	82	11	0	95.9	11.8
06-05-06-07	1	11	90	11	9	29	41	89.1	88.6
	2	8	88	8	22	21	37	91.7	72.5
	3	15	79	13	36	12	18	84.0	45.5
	4	4	94	2	84	12	0	95.9	13.0
06-08-06-10	1	10	86	5	0	26	55	81.6	100
	2	12	87	1	1	31	54	87.9	98.8
	3	12	88	0	52	18	18	88.0	40.9
	4	5	95	0	92	3	0	95.0	3.2

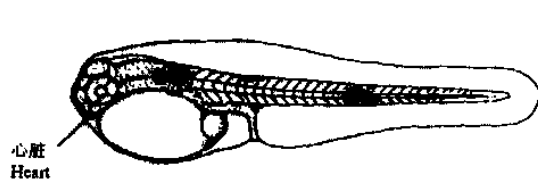


图 1 真鲷正常仔鱼, 身体平直, 1 个油球位于卵黄囊后部 (孵化后第 1 天)

Fig. 1 Normal larva of *P. major* with straight body and 1 oil globule at rear of the yolk sac (1st day after hatching)

许多学者^[3-5]在研究双壳类软体动物的胚胎发育时曾注意到, 双壳类胚胎发育时的最适温盐条件及忍受极限是由产卵前亲体生殖腺发育时的条件

1) 山口内海水试, 昭和 40 年度指定调查研究事业: 种苗生产研究中间报告书[R].

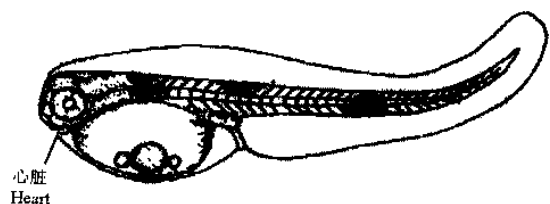


图 2 自然盐度条件下真鲷的第 1 类畸形仔鱼 (孵化后第 1 天), 尾部弯曲, 油球的数目和位置不正常

Fig. 2 Type 1 abnormal larva of *P. major* (1st day after hatching) under natural salinity with bended caudal and more than 1 oil globule in the middle of the yolk sac

决定的, 而且胚胎正常发育所要求的条件比其幼虫存活的条件范围要窄。在许多鱼类如太平洋虫鲷 (*Clypea pallasi*)^[6]、太平洋鲱 (*Eopsetta jordani*)^[7]、鲷鱼 (*Mugil cephalus*)^[8] 等也表现出这种

倾向。日本沿海的海水盐度大多高而稳定,长崎水试增殖养殖研究所的常年记录表明,当地海区盐度常年稳定在32.0~35.0。所使用的真鲷亲鱼性腺的发

育和成熟,总是在这样高而稳定的盐度环境中进行,其胚胎发育自然也要求同样高而稳定的海水盐度。

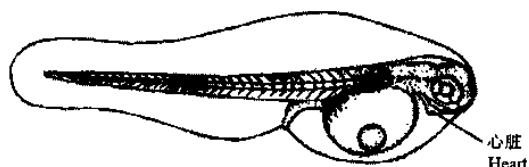


图3 低盐度条件下真鲷的第2类畸形仔鱼(孵化后第1天),仔鱼膜膨大,围心腔扩大

Fig.3 Type 2 abnormal larval *P. major* (1st day after hatching) under low salinity condition with the larval membrane expanding and the pericardial cavity enlarging

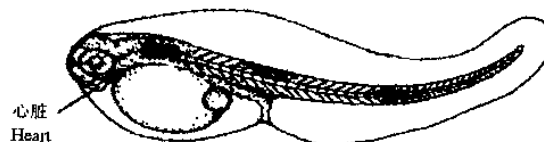


图4 低盐度条件下第1类型和第2类型并发的真鲷畸形仔鱼(孵化后第1天)

Fig.4 Abnormal larval *P. major* (1st day after hatching) under low salinity with types 1 and 2 together

表3 不同海水盐度条件下真鲷仔稚鱼的生长和存活率

Table 3 Growth and survival rates of larval and juvenile *P. major* under different salinities

组别* Group	G1(1)	G1(2)	G2(1)	G2(2)	G3(1)	G3(2)	G4(1)	G4(2)
起始仔鱼数/尾 Initial larva nos.				2000				
取样标本数/尾 Sample nos.				150				
起始全长/mm Initial TL				3.2±0.095				
最终全长/mm* Final TL	20.7±2.805	19.6±2.121	20.0±2.122	19.6±1.879	20.1±2.403	19.8±2.293	20.6±2.154	19.4±1.174
最终存活数/尾 Final survival nos.	589	753	571	767	458	543	247	355
存活率/% Survival rate	31.8	40.7	30.9	41.5	24.8	29.4	13.4	19.2
平均存活率/% Mean survival rate	36.3		36.2		27.1		16.3	
水温/℃ Water temperature				20.5~23.5				

注: *—盐度梯度(1组:17.0; 2组:22.0; 3组:27.0; 4组:32.0~33.0); *— $P > 0.05$ 。Note: *—Salinity level, G1:17.0, G2:22.0, G3:27.0, G4(control):32.0~33.0. The numbers in brackets mean replicates.

3.1.2 充气条件对孵化的影响 在充气条件下,即使在17.0的低盐度海水中,死卵率也多在23%以下,孵化率有时可高达97.1%。显然这是由于供氧条件不同所致。因为胚胎发育是一个新陈代谢十分旺盛、需要大量耗氧的生命过程。许晋荣等^[9]在综述许多作者的研究结果时提到,海水鱼类受精卵愈到发育后期,耗氧率愈高。在低盐度条件下,由于受精卵大多沉于水底或半浮半沉,缺氧必然造成孵化率的极端低下。

尽管在供氧充足条件下,低盐度海水中受精卵的孵化率有时也很高,其畸形率却比自然盐度条件

下的高很多。在自然盐度下,畸形率为3.2%~23.7%;在较低盐度(27.0)时,畸形率为33.0%~45.9%;盐度17.0及22.0时,畸形率高达56.1%~100%(表2)。

3.1.3 盐度对仔鱼的影响 在不同盐度条件下,两类畸形仔鱼的出现情况不同。第1类畸形,即身体或尾部弯曲、油球复数或异位的畸形仔鱼,在4个盐度梯度中都有出现;盐度越低,出现率越高。而第2类畸形,即仔鱼膜膨大及围心腔扩大的畸形仔鱼,仅出现于低盐度条件下;也是盐度越低,出现率越高。笔者在进行真鲷、鲈鱼、黑鲷、鳊鱼及石斑鱼人工繁

殖的研究中发现,孵化仔鱼身体或尾部弯曲,油球复数或异位,是很常见的畸形。在真鲷,有时孵化率为90%时,这类畸形率可高达15%。这些畸形仔鱼在3~4 d内全部死亡。可以认为,第1类畸形是受精卵发育过程中经常出现的畸形,低盐度会增加这种畸形的出现率。而第2类畸形则是由于低盐度的不良影响所致。

3.2 仔稚鱼的生长发育和存活率

观察表明,真鲷仔鱼在4个盐度梯度的海水中都能正常发育到完成变态,4个盐度梯度下的生长速度也没有明显的差异。随着盐度的递增,仔稚鱼的存活率逐步下降。盐度17.0、22.0、27.0及自然盐度各组变态幼鱼的平均存活率分别为36.3%、36.2%、27.1%和16.3%。因此,海水盐度在从正常到淡化一半的范围内变化,不但不会对真鲷仔稚鱼的生长发育速度造成不利影响,还会提高它们的存活率。这一点对在我国盐度变化较大的沿海各地开展真鲷的人工繁殖是相当有利的。

在其他一些鱼类如牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)^[10]、鲷鱼^[1]、黑鲷^[1]、鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)^[11]、鲢状黄姑鱼(*Nibea miichthioides*)^[12]、三线矶鲈(*Paraplistipoma trilineatum*)^[13]等,也存在类似的现象,即在不同盐度的海水中,随着盐度的依次降低,仔稚鱼的存活率却依次增高。Holliday^[14]曾指出,许多海水鱼类仔鱼在较低盐度下成活率较高,是因为这个盐度水平与鱼类体液的渗透压相一致。这一现象的机制是相当复杂的,牵涉到鱼类遗传特性与环境影响的双重作用、鱼体体液渗透压与海水盐度的关系及其影响仔稚鱼存活率的途径等。这些都有待于进行更深入的生态学、生理学和生物化学的研究。

致谢:承蒙长崎大学水产学部教授道津喜卫先生热情介绍、长崎县水试增殖研究所所长北岛力先生、鱼类课课长吉田范秋、荒川敏久提供帮助,谨此深表谢意。

1)吉松隆夫.メナダの繁殖生物学的研究[D].九州大学农学部,1994.

参考文献:

- [1] 雷霖霖,孙鲁宁,陈学豪.盐度对黑鲷胚胎和早期仔鱼发育影响的初步观察[J].海洋水产研究,1986,7:143-147.
- [2] 日本水産資源保護協會.マダイ種苗生産技術の現状と問題點[M].東京:石崎書店,1977.29-33.
- [3] Cain. The combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of clam *Rangia cuneata* [J]. Mar Biol, 1973, (21):1-6.
- [4] Calabrese A. Individual and combined effects of salinity and temperature on embryos and larvae of the coot clam. *Mulinia lateralis* [J]. Biol Bull Mar Biol Lab Woods Hole, 1969, (137):417-428.
- [5] Stickey A P. Salinity, temperature and food requirements of soft-shell clam larvae in laboratory culture[J]. Ecology, 1964, (45):283-291.
- [6] Alderdice D F, Velsen F P J. Some effects of salinity and temperature on early development of Pacific herring *Clypea pallasi* [J]. J Fish Res Bd Canada, 1971, (29):1545-1562.
- [7] Alderdice D F, Forrester C R. Effects of salinity and temperature on embryonic development of the Petrale sole (*Eopsetta jordani*) [J]. J Fish Res Bd Canada, 1971, (28):727-744.
- [8] Cheng-Cheng Loe, Bluno Menu. Effects of salinity on egg development and hatching in grey mullet *Mugil cephalus* [J]. J Fish Biol, 1981, (19):179-188.
- [9] 许晋荣,叶信利,朱永桐,等.盐度对海水鱼类胚胎发育的影响[J].中国水产(台湾),1998,547:33-44.
- [10] 王涵生.盐度对牙鲆仔稚鱼的生长、存活率及白化率的影响[J].海洋与湖沼,1997,28(4):399-405.
- [11] 叶金聪.温度、盐度对鲈鱼早期仔鱼生长及存活率的影响[J].福建水产,1997, (1):15-18.
- [12] 黄永春,郑建辉,周泽斌.盐度对鲢状黄姑鱼(*Nibea miichthioides*)胚胎发育和仔鱼成活的影响[J].福建水产,1997, (1):34-37.
- [13] Masaaki Kashiwagi, Naohiro Yamada, Yoshikazu Okada, et al. Some effects of temperature and salinity on developing eggs of the three line Grunt *Paraplistipoma trilineatum* [J]. Bull Fac Fish Mie Univ, 1984, (11):1-13.
- [14] Holliday F G T. The effect of salinity on the eggs and larvae of teleosts[A]. Fish physiology[C]. New York: Academic Press, 1969.293-311.

Effects of salinity on egg development and growth, larval and juvenile survival rate of *Pagrosomus major*

WANG Han-sheng

(Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 360102, China)

Abstract: Under laboratory condition, 4 different levels of salinity were set at 17.0 (G1), 22.0 (G2), 27.0 (G3) and natural salinity 32.0 – 33.0 (G4). The eggs of *Pagrosomus major* were fertilized with or without aeration, and the 3-day-old larvae were cultured in transparent polycarbonate circular tanks. With water temperature at 20.5 – 23.5°C and rotifers *Brachionus* and *Artemia nauplii* as diets the results are as following: 1) The fertilized eggs develop well under natural salinity and have a high hatching rate (85.0% – 97.0%) and low abnormal rate (3.2% – 23.7%). Under low salinity without aeration, the hatching rate is 1.0% – 48.0%, and the lower the salinity is, the lower the hatching rates and the higher abnormal rates are. When aeration is applied, although the salinity is as low as 17.0, the hatching rate sometimes can get to 97.1%, but the abnormal rates get to as high as 85.7% – 100%. 2) There are 2 abnormal types in the hatching larvae. Type 1, the body or caudle or both is winding; the number of the oil globule is more than one or its place is in the middle or front of the yolk sac (normal at rear of the yolk sac). This type appears in every level of salinity and has higher appearing rates at lower salinity. Type 2, the larval membrane expands and the pericardial cavity enlarges. This type only appears under lower salinity condition and the lower the salinity is, the higher the appearing rate is, commonly with Type 1 together. 3) Different salinity has no notable effects on the growth of the larval and juvenile *P. major*. The mean total length is 19.6 – 20.7 mm after 31 d rearing, no distinguished differences in statistics available ($P > 0.05$). 4) The lower the salinity, the higher the survival rates of the larvae and juveniles. The average survival rates are: 36.3% (G1), 36.2% (G2), 27.1% (G3), 16.3% (G4).

Key words: *Pagrosomus major*; salinity; fertilized eggs; larvae and juveniles; development; growth