

DOI: 10.11758/yykxjz.20140516

http://www.yykxjz.cn/

温度对云纹石斑鱼(*Epinephelus moara*)(♀)×七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)(♂)杂交 F₁ 胚胎发育和仔鱼活力的影响*

于欢欢^{1,2} 李炎璐¹ 陈超¹ 贾瑞锦^{1,2} 孔祥迪^{1,2} 翟介明³

(1. 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;

2. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; 3. 莱州明波水产有限公司 烟台 261400)

摘要 用控温仪设定温度组,观察了在不同温度条件下(13℃、15℃、17℃、19℃、21℃、23℃、25℃、27℃、29℃、31℃)云纹石斑鱼(*E. moara*)(♀)×七带石斑鱼(*E. septemfasciatus*)(♂)杂交 F₁ 的胚胎发育情况,并对实验 12 h 后的好卵率、12 h 后的胚胎发育时期、受精卵的孵化率和初孵仔鱼的畸形率进行了记录;仔鱼孵化出膜后,对其进行了耐饥饿实验,测定其每天的存活率和生存活力指数(Survival activity index, *SAI*)。实验结果表明,受精卵胚胎发育周期与温度呈正相关的关系,其受精卵孵化的适宜温度范围是 17–25℃,温度低于 17℃时,孵化率随温度的降低而降低,畸形率反之;温度为 13℃时,不能孵化出仔鱼;温度高于 25℃时,孵化率随温度的升高而降低,畸形率反之;仔鱼的 *SAI* 值随着温度的变化先升高后降低,在温度为 17–21℃时,*SAI* 值较高,分别为 32.14±2.83、32.30±1.29、22.98±1.42,其他温度条件下 *SAI* 值均低于这 3 组。

关键词 云纹石斑鱼;七带石斑鱼;杂交 F₁;温度;胚胎发育;孵化率;畸形率;*SAI*;

中图分类号 S917 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2014)05-0109-06

云纹石斑鱼(*E. moara*)和七带石斑鱼(*E. septemfasciatus*)同属于鲈形目(Perciformes)、鲷科(Serranidae)、石斑鱼亚科(Epinephelinae)、石斑鱼属(陈超等, 2012)。云纹石斑鱼为暖温性中下层鱼类,主要分布于韩国、日本、中国(南至香港和海南)和中国的台湾沿岸(郭明兰等, 2008),它适应能力较强,生长迅速,具有较高的经济价值,是适合我国沿海工厂化养殖的优良品种之一。七带石斑鱼为冷温性礁栖鱼类,主要分布在黄海和东海沿岸,具有个体大、耐低温、营养价值高等特点(陈超等, 2011; Nagano *et al.*, 2007),是适合我国北方海水养殖的名贵品种之一。

受精卵孵化和仔鱼培育温度是影响鱼类早期生

存、摄食和生长的关键环境因子之一,也是海水鱼类苗种繁育的重要环境条件。鱼类的孵化出膜主要是依靠孵化酶对卵壳的消化和胚胎的肌肉运动来完成的,孵化酶是胚胎细胞中孵化腺细胞所分泌的,温度是影响其分泌的重要原因(樊廷俊等, 1998; Yamagami, 1988; Ishida, 1985)。樊廷俊等(2002)认为,在孵化酶分泌过程中,当温度降低时,显著延迟孵化,胚胎的存活率也降低至 6.5%–47%。当温度超出鱼类胚胎和仔鱼的适应范围,会对其生长发育造成胁迫,出现较高的死亡率和畸形率。国内外有关温度对海水鱼类早期发育阶段的影响已有报道,萱野泰久等(1991、1993)研究了温度、盐度对赤点石斑鱼(*E. akaara*)胚胎发育及

* 科技部国际合作项目(2012DFA30360)和国家科技支撑项目(2011BAD13B01)共同资助。于欢欢, E-mail: yuahuanhuan0612@163.com

通讯作者: 陈超, 研究员, E-mail: ysfriichenchao@126.com

收稿日期: 2013-12-28, 收修改稿日期: 2014-02-21

仔鱼生长发育的影响,张海发等(2006)研究了温度、盐度及 pH 对斜带石斑鱼(*E. coioides*)受精卵孵化和仔鱼活力的影响。详细了解云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F₁, 准确掌握温度对其杂交 F₁ 胚胎发育和仔鱼活力的影响, 研究掌握其杂交 F₁ 受精卵孵化、仔鱼活力及其生长发育所需要的适宜的环境因子, 比较与其他石斑鱼属不同种的区别, 不仅对其苗种繁育技术具有重要的意义, 对其整个的养殖过程都将起到指导意义。

本研究于 2013 年 6 月对云纹石斑鱼(♀)和七带石斑鱼(♂)进行杂交, 在不同的温度梯度条件下, 研究了杂交 F₁ 受精卵的孵化情况及其仔鱼的活力, 为其在苗种繁育过程中提高孵化率及苗种成活率提供了基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料来源

2013 年 6 月在山东莱州明波水产有限公司开展各项实验研究工作, 受精卵为云纹石斑鱼(♀)成熟卵和七带石斑鱼(♂)鲜精经过人工授精获得, 受精卵的孵化水温为 21–22℃, 孵化盐度为 30, pH 8.0–8.1, 静水孵化。经光学显微镜镜检后, 取发育正常的受精卵用于实验。另取部分受精卵置于孵化桶中, 微充气流水孵化, 孵化水温为 21–22℃, 孵化盐度为 30, pH 8.0–8.1。仔鱼孵化出膜后, 挑选正常的仔鱼用于不投饵存活系数实验。

1.2 不同温度条件下受精卵的胚胎发育观察

本研究共设置 10 个温度梯度, 分别为 13℃、15℃、17℃、19℃、21℃、23℃、25℃、27℃、29℃和 31℃, 每一温度梯度设 3 个平行。在光学显微镜下观察, 将发育至原肠早期的受精卵放入容量为 1000 ml 海水的烧杯中, 每组 100 粒受精卵, 将其放入调控在不同实验温度的恒温水浴槽中, 13–21℃ 的水温使用智能低温恒温水浴槽调控, 23–31℃ 的水温使用智能恒温水浴槽调控。孵化盐度为 30, pH 8.0–8.1, 静水孵化。记录不同时间受精卵的发育、好卵率及其孵化率和仔鱼的畸形率。

1.3 不同温度下仔鱼不投饵存活系数的测定

温度梯度的设计与 1.2 相同。选取发育正常、活力好的初孵仔鱼各 100 尾放入 1000 ml 烧杯中, 每一组 3 个平行, 放入已调控好实验温度的恒温水浴槽中, 孵化盐度为 30, pH 8.0–8.1, 静水培育, 不投饵。

仔鱼的活力以不投饵存活系数为衡量指标(Survival activity index, SAI)(张海发等, 2006)。每天记录死亡仔鱼数至仔鱼全部死亡, 比较各组的 SAI 值。仔鱼的生存活力指数用下列公式计算。

$$SAI = \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i / N$$

式中, N 为试验起始时仔鱼的数量, h_i 为第 i 天时仔鱼的累积死亡数量, k 为仔鱼全部死亡的天数(新间脩子等, 1981)。

1.4 数据处理

孵化率=孵出仔鱼数/受精卵数×100;

畸形率=孵出的畸形仔鱼/孵出仔鱼总数×100;

存活率=(N_t/N_0)×100; t 为实验开始时间(d), N_t 为最终存活的仔鱼数目, N_0 为实验起始时仔鱼尾数。

实验数据以平均值±标准差表示, 用 SPSS17.0 软件进行单因素方差(ANOVA)统计分析, 并采用 Duncan's 多重比较法检验组间差异, $P < 0.05$ 时表明差异显著。

2 结果

2.1 不同温度条件下受精卵的孵化、孵化率及畸形率

云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F₁ 受精卵为无色透明, 圆球形, 中央是 1 个油球的浮性卵, 受精卵卵径平均为(0.86±0.01) mm, 油球径平均为(0.22±0.03) mm。受精卵放入 1000 ml 的烧杯之后, 上浮或悬浮于海水中; 在盐度为 30、pH 8.0–8.1 的条件下, 静水孵化, 不充气, 经不同的时间孵化出仔鱼。温度上限为 31℃, 下限设在 13℃, 各温度组的受精卵其胚胎发育的时间有着明显的不同, 其受精卵的孵化率和初孵仔鱼的畸形率相差极大, 如表 1 所示。

在 12 h 的实验中, 光学显微镜下镜检, 可见在 13–31℃ 的温度范围内, 随着温度的增高, 受精卵胚胎发育快, 呈正相关关系, 其中温度为 31℃ 时, 12 h 后胚胎发育所处的时期为尾芽期; 温度为 13℃ 时受精卵不能孵出仔鱼, 受精卵一直处于原肠中期, 随着实验的进展, 受精卵大多数畸形或坏死, 卵膜形状不规则, 油球破裂为多个大小不一的小球。实验 12 h 后, 镜检、统计各组的好卵率表明: 各组之间的好卵率没有显著差异, 温度为 21℃ 时好卵率较高, 为 68.30%, 温度为 31℃ 时好卵率较低, 为 32.62%。

受精卵的孵化率随温度的变化而不同(表 1)。温度为 13℃ 时, 受精卵不能孵化出仔鱼; 温度在 15–31℃ 的

范围内受精卵都可以完成胚胎发育孵化出仔鱼,但各组之间的孵化率存在着差异($P<0.05$),其中温度为 31°C 时孵化率最低,仅为 5.27% ; 17°C 、 19°C 、 21°C 、 23°C 、和 25°C 这几组的平均孵化率都在 40% 以上,温度为 17°C 时孵化率最高,为 49.78% ;对孵化率进行多项式回归分析,得到回归方程为 $y=0.0108x^3-1.3019x^2+40.831x-333.12$, $R^2=0.9659$ (y 代表孵化率, x 代表温度)。

初孵仔鱼的畸形率随着温度的变化而不同(表1)。温度范围为 $15-21^{\circ}\text{C}$ 时,初孵仔鱼的畸形率没有明显的差异;温度为 19°C 时,初孵仔鱼的畸形率最低,为 13.4% ;随着温度的升高,初孵仔鱼的畸形率也随之增加,在 $23-31^{\circ}\text{C}$ 范围内,初孵仔鱼的畸形率明显升高,温度为 31°C 时,畸形率高达 74.75% 。畸形仔鱼多表现为尾椎弯曲,卵黄囊未吸收便已死亡,或仔鱼快速死亡解体。对畸形率进行多项式回归分析,回归方程为 $y=0.0178x^3+1.5125x^2-36.492x+284.59$, $R^2=0.9792$ (y 代表畸形率, x 代表温度)。

2.2 不同温度条件下不投饵对仔鱼存活系数的影响

不同温度条件下不投饵初孵仔鱼的存活率及生存活力指数见表2。从表2可见,仔鱼的 SAI 值随着温度的变化先升高后降低。当温度低于 17°C 时,仔鱼的 SAI 值随着温度的升高而升高;当温度高于 19°C 时,仔鱼的 SAI 值随着温度的升高而降低;温度为 31°C 时,仔鱼的 SAI 值仅为 4.04 ± 0.28 。

当温度为 13°C 、 31°C 时,仔鱼 $6-7\text{d}$ 就死亡,仔鱼的 SAI 值较低。温度为 15°C 、 25°C 、 27°C 和 29°C 时,仔鱼存活数目在第7天时骤降,在 9d 之内全部死亡。温度为 17°C 、 19°C 、 21°C 、 23°C 时,仔鱼的半数死亡天数在 7d 左右,这几个温度梯度组的 SAI 值较高,最高值达到 32.30 ± 1.29 (温度为 19°C)。在温度为 19°C 时,在第8天时仍有 52.67% 的仔鱼存活,温度为 17°C 时,仔鱼的存活时间最长,且 SAI 值高达 32.14 ± 2.83 ,仔鱼的最适宜生存温度范围为 $17-19^{\circ}\text{C}$ 。

3 讨论

3.1 温度对杂交 F_1 胚胎发育的影响

鱼类的胚胎发育需要在适宜的温度条件下进行,确定其胚胎发育的适宜温度范围同时也是规模化生产的必要条件。孵化水温不仅影响受精卵的胚胎发育,同时也影响初孵仔鱼的形态特征、存活率、畸形率和仔鱼生存活力等。不同的鱼种胚胎发育要求的温度条件不同,对温度的适应范围也有很大的差异(张

培军, 1999)。多年来,国内外的学者就温度对不同海水鱼类胚胎发育的影响做了大量的工作(胡发文等, 2012; Mihelakakis *et al.*, 1994),也为养殖产业提供了大量的理论基础和科学依据。

本研究通过观察 12h 后的胚胎发育情况、 12h 后的好卵率、孵化率和畸形率4个形态学指标研究判断。结果表明,实验进行 12h 后受精卵胚胎发育的情况与温度呈正相关的关系,这与张海发等(2006)对斜带石斑鱼研究后得到的在一定的温度范围内,随着温度的升高,培育周期与孵化周期逐渐缩短的结果相一致。从实验结果也可以看出,在温度为 13°C 时胚胎发育在原肠中期就停止了,受精卵不能完成胚胎发育,且实验后期受精卵多为畸形或坏死,袁勤生(2012)认为,酶容易失活,反应条件的改变会影响到催化效率,要保持酶较高的催化效率需要在适宜的反应条件下进行(适宜的温度、 pH 等); Schoots 等(1983)为加快鲑鱼的孵化进程和提高孵化率,对胚胎培育水温进行了预先冷却再提高的处理,取得了显著的效果;樊廷俊等(2002)也认为,提高温度可以刺激孵化酶的分泌,其可在适当的温度条件下加速胚体的孵化;由此推断,可能是低温影响了胚胎发育所需要的各种酶的活力,无法进行正常的酶促反应,进而造成了受精卵的形态和代谢的异常;此温度下受精卵的胚胎发育停滞在原肠中期,说明原肠中期是杂交子胚胎发育受温度影响的一个重要敏感期(陈政强等, 1996),同时也表明养殖水温在 13°C 以下不适合杂交 F_1 的胚胎发育,此温度为其胚胎发育的一个重要低温界限。孵化水温为 $17-21^{\circ}\text{C}$ 时,受精卵的孵化率均超过 35% ,而且初孵仔鱼的畸形率较低、表明这个温度范围的水温是其孵化的适宜温度范围。水温高于 23°C 时,受精卵的孵化率逐渐下降,虽然在 $23-27^{\circ}\text{C}$ 的孵化率也很高,但畸形率也随着温度的升高而逐渐升高,温度过高会影响到受精卵内的各种酶促反应,使受精卵代谢紊乱,从而导致孵化率降低,畸形率升高(刘伟成等, 2010)。韦正道等(1997)对松江鲈(*Trachidermus fasciatus*)研究后认为,孵化期温度偏高,导致胚胎发育不平衡,仔鱼出膜较早、孵化率低、畸形率高、死亡率高;温度偏低时,孵化率也低;只有在适宜温度内,孵化率较高,仔鱼发育较正常;这与本研究结果结论一致。

3.2 温度对杂交 F_1 仔鱼生存活力指数的影响

鱼类的能量代谢受外在因素(光照、温度、 pH 、盐度和溶氧等)和内在因素(发育阶段、规格大小、性别等)的共同影响(Ponce-Palafox *et al.*, 1997)。水温不

仅可以影响体内离子和渗透压的调节,而且对其氧气消耗有显著影响(Spanopoulos-Hernández *et al.*, 2005)。

仔鱼不投饵存活系数可用来判断仔鱼在无外源营养条件下的生活动力, *SAI* 值越大, 说明仔鱼的活力越好, 反之则不好(张海发等, 2006)。本研究结果表明, 随着温度的升高, 仔鱼的 *SAI* 值有一个先升后降的过程, 在温度为 17℃、19℃时, 仔鱼的存活时间最长, 且 *SAI* 值较高, 其他温度条件下, 仔鱼的 *SAI* 值均低于二者, 因此, 17–19℃是其仔鱼生存最适宜的范围。温度较高或较低对仔鱼的存活都有一定的影响, 早期仔鱼的发育涉及基因表达、细胞分化、器官形成、组织间相互作用等一系列过程, 这些过程的生理生化反应都涉及到一系列的酶促反应, 温度正是影响酶活力的一个关键因子, 因此, 温度过高或过低都会影响到仔鱼的 *SAI* 值。

此外, 仔鱼生长的过程是一个新陈代谢的过程。前期仔鱼在未开口前新陈代谢所需要的能量是由卵黄囊和油球提供的, 这时仔鱼不能摄食。仔鱼开口后且卵黄囊尚未被吸收完之前, 仔鱼依靠卵黄囊、油球的营养物质和摄取外界食物供生长, 此时期为混合营养期。卵黄囊和油球被吸收完毕之后, 仔鱼必须摄食外界营养物质生存即为外源营养期。仔鱼在外源营养期若仍无法摄取到营养物质, 到了一定时间就会进入忍受饥饿的时间临界点(the point-of-no-return, 即 *PNR* 期), 过了这个时期的仔鱼就无法恢复摄食的能力, 最终饥饿致死(殷名称, 1991)。陈超等(2012)研究报道杂交 F_1 仔鱼 4 d 时由内源性营养的前期仔鱼向外源性营养的后期仔鱼转变, 本实验在整个实验过程中是不投饵的, 这意味着仔鱼在以后的培育过程中没有可以赖以生存的营养物质, 一直处于饥饿状态。此外, 殷名称(1991)认为, 温度是影响仔鱼耐饥饿能力的重要因素; 柳敏海等(2006)在研究饥饿对点带石斑鱼早期仔鱼发育情况中指出, 仔鱼的饥饿致死时间与水温呈负相关, 温度越高, 仔鱼的发育越快, 能量消耗越大, 外源性营养阶段就会提前, 死亡高峰来得越快。本研究当温度高于 25℃时, 仔鱼的 *SAI* 值逐渐降低, 仔鱼全部死亡的时间较早, 这一试验结果正好与其结论相一致。

综上所述, 在云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F_1 苗种生产繁育的过程中, 孵化水温和仔鱼培育水温应保持在 17–21℃的范围内, 可以保障较高的孵化率和仔鱼存活率, 提高出苗率。限于实验时间未就不同温度条件下, 稚鱼和幼鱼的生长发育做更深入的观察和分析, 有待深入研究, 以为石斑鱼杂交苗种的

繁育提供更加完善的理论指导和科学依据。

参 考 文 献

- 韦正道, 王昌燮, 杜懋琴, 等. 孵化期温度对松江鲈鱼胚胎发育的影响. 复旦学报(自然科学版), 1997, 36(5): 577–580
- 刘伟成, 冀德伟, 单乐州, 等. 温度和盐度对条石鲷胚胎发育的影响. 水生态学杂志, 2010, 31(6): 101–104
- 李炎璐, 陈超, 翟介明, 等. 鱼类杂交育种技术及其在石斑鱼类中的应用. 海洋渔业, 2012, 34(1): 102–109
- 胡发文, 潘雷, 高凤祥, 等. 大龙六线鱼胚胎发育及其与水温的关系. 渔业科学进展, 2012, 33(1): 28–33
- 张海发, 刘晓春, 王云新, 等. 温度、盐度及 pH 对斜带石斑鱼受精卵孵化和仔鱼活力的影响. 热带海洋学报, 2006, 25(2): 31–36
- 张培军主编. 海水鱼类繁殖发育和养殖生物学. 济南: 山东科学技术出版社, 1999, 1–207
- 陈政强, 林锦宗, 张雅芝, 等. 温度对秋冬季生殖真鲷胚胎发育及仔, 稚鱼存活的影响. 厦门水产学院学报, 1996, 18(1): 63–70
- 陈超, 赵明, 柳学周, 等. 七带石斑鱼胚胎及仔稚鱼形态观察. 渔业科学进展, 2011, 32(5): 24–31
- 柳敏海, 施兆鸿, 陈波, 等. 饥饿对点带石斑鱼饵料转换期仔鱼生长和发育的影响. 海洋渔业, 2006, 28(4): 292–298
- 袁勤生. 酶与酶工程. 上海: 华东理工大学出版社, 2012, 18
- 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展. 水产学报, 1991, 15(4): 348–358
- 郭明兰, 苏永全, 陈晓峰, 等. 云纹石斑鱼与褐石斑鱼形态比较研究. 海洋学报, 2008, 30(6): 106–114
- 萱野泰久, 水户鼓. キジハタの卵発生及び孵化仔魚の生残に及ばず鹽分の影響. 栽培技研, 1993, 22(1): 35–38
- 萱野泰久; 尾田正. キジハタ卵の発生に及ばず水温の影響について. 水产増殖, 1991, 39(3): 309–313
- 新闻脩子. カサゴ親魚の生化学的性状と仔魚の活力について. 养殖研报, 1981, (2): 11–20
- 樊廷俊, 片桐千明. 非洲爪蟾孵化酶的纯化及其部分生化特性研究. Acta biochimica et biophysica Sinica, 1998, 30(1): 75–80
- 樊廷俊, 史振平. 鱼类孵化酶的研究进展及其应用前景. 海洋湖沼通报, 2002, (1): 48–56
- Ishida, J. Hatching enzyme: past, present and future. Zool Sci, 1985, (2): 1–10
- Mihelakakis A, Kitajima C. Effects of salinity and temperature on incubation period, hatching rate, and morphogenesis of the silver sea bream, *sparus sarba* (Forskål, 1775). Aquaculture, 1994, 126(3–4): 361–371
- Nagano N, Hozawa A, Fujiki W, *et al.* Skeletal development and deformities in cultured larval and juvenile seven-band grouper, *Epinephelus septemfasciatus*(Thunberg). Aquac Res, 2007, 38(2): 121–130
- Ponce-Palafox J, Martínez-Palacios C A, Ross L G. The effects

- of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone. Aquaculture, 1997, 157(1): 107–115
- Schoots AF, Meijer RC, Denucé JM. Dopaminergic regulation of hatching in fish embryos. Dev Biol, 1983, 100(1): 59–63
- Spanopoulos-Hernández M, Martínez-Palacios CA, Vanegas-Pérez RC, et al. The combined effects of salinity and temperature on the oxygen consumption of juvenile shrimps *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874). Aquaculture, 2005, 24(1–4): 341–348
- Yamagami K. Mechanism of hatching in fish. Academic Press, 1988, (7): 446–499

(编辑 江润林)

The Effects of Temperature on the Embryonic Development and the Larval Activity of F₁ *Epinephelus moara* (♀)×*E. septemfasciatus* (♂)

YU Huanhuan^{1,2}, LI Yanlu¹, CHEN Chao¹, JIA Ruijin^{1,2}, KONG Xiangdi^{1,2}, ZHAI Jieming³

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 3. Laizhou Mingbo Fisheries Ltd Corp, Yantai 261418)

Abstract Temperature plays an important role in fertilized egg hatching and the growth of larvae. The effects of temperature on marine fish at early developmental stages have been reported domestically and internationally. Temperatures above the optimal range may cause stress on the growth and increase the mortality rate and the deformity rate. However, the effects of temperature on embryonic development and the larval activity of F₁ *Epinephelus moara* (♀)×*E. septemfasciatus* (♂) have been unknown. In this study we recorded the hatching rate, deformity rate and survival activity index (*SAI*) of the embryo and larvae of F₁ *E. moara* (♀)×*E. septemfasciatus* (♂) at a series of temperatures (13°C, 15°C, 17°C, 19°C, 21°C, 23°C, 25°C, 27°C, 29°C, and 31°C), and identified the optimal temperature for the seed feeding. The good fertilized egg rate after 12 hours of hatching, the hatching rate and the deformity rate of newly-hatched larvae were also recorded. The *SAI* and survival rate of newly-hatched larvae were measured by not feeding the larvae till death. The results suggested that there was a positive correlation between the embryonic development of F₁ and the temperature. The optimal temperature range for hatching was 17–25°C. When the temperature was above 25°C or below 17°C, the hatching rate decreased and the deformity rate increased. The *SAI* of F₁ first increased and then decreased along with the change in temperature. In the range of 17–21°C, the *SAI* showed higher values that were 32.14±2.83, 32.30±1.29, and 22.98±1.42 respectively. In conclusion temperature is a very important factor in the process of seed feeding. The optimal water temperature range may be between 17–21°C for an improved germination rate and reduced mortality and deformity rates.

Key words *Epinephelus moara*; *E. septemfasciatus*; Crossbreed F₁; Temperature; Embryonic development; Hatching and deformity rate; *SAI*