

曼氏无针乌贼胚胎发育的初步观察

刘振勇¹ 苏跃中² 谢友全¹ 周瑞发³

(¹福建省闽东水产研究所, 宁德 352100)

(²福建省水产技术推广总站, 福州 350003)

(³宁德市瑞发水产育苗场, 352100)

摘要 将曼氏无针乌贼受精卵卵膜剥离, 在显微镜或解剖镜下观察胚胎发育的全过程, 结合室内人工育苗的孵化技术进行探讨。曼氏无针乌贼卵为粘性卵, 呈黑色, 类型属端黄卵, 卵膜属三级卵膜, 卵裂类型为不全卵裂, 囊胚呈盘状, 发生类型为直接发生型。在水温为 23.8~26.2℃、盐度 29.3 时, 最快 14 d 孵出幼体, 最慢 23 天孵出幼体, 孵出幼体高峰期 18~21 d, 高峰期的孵出量占总孵出量的 79.4%, 孵化率为 83.1%。胚胎发育速度与温度高低(20~30℃)成正比, 盐度低于 22 对孵化率有严重影响。

关键词 曼氏无针乌贼 胚胎发育 观察

中图分类号 Q959.21

文献标识码 A

文章编号 1000-7075(2009)05-0013-07

Preliminary observation on embryonic development of *Sepiella maindroni*

LIU Zhen-yong¹ SU Yue-zhong² XIE You-quan¹ ZHOU Rui-fa³

(¹Mindong Fishery Research Institute of Fujian Province, Ninde 352100)

(²Fujian Provincial Aquatic Technology Extension Station, Fuzhou 350003)

(³Ruifa Fishery Breed Field of Ninde City, 352100)

ABSTRACT Combined with artificial breeding techniques of *Sepiella maindroni*, embryonic development of *Sepiella maindroni* was observed under microscope or anatomical lens by peeling off egg membrane of fertilized eggs. Egg of *S. maindroni* was anisolecithal and adhesive, and black in color. Its egg membrane was tertiary egg membrane; it showed meroblastic cleavage, and was discoblastula and directive occurrence type. The incubation period was from 14 d to 23 d at temperatures of 23.8~26.2℃, salinity 29.3, and the peak hatching time was 18~21 d. The hatching rate was 83.1%, accounting for 79.4% of the whole amount of hatched larvae. The speed of embryonic development was positively connected with water temperature (20~30℃), and the hatching rate greatly decreased when salinity was lower than 22.

KEY WORDS *Sepiella maindroni* Embryonic development Obsevation

福建省宁德市蕉城区育发水产育苗场 2008 年自立项目

收稿日期: 2008-11-03; 接受日期: 2009-01-09

作者简介: 刘振勇(1956-), 男, 研究员, 主要从事海水鱼类养殖技术研究, E-mail: zyliu93@126.com, Tel: (0593)2866141

近年,我国曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* de Rochebrune 的人工繁殖与养殖技术研究获得了成功,并开始向规模化养殖发展。许多学者对曼氏无针乌贼的生物学、繁殖习性和卵的孵化因子作了较深入的研究(张炯等 1965;唐逸民等 1986),但是对其胚胎发育全过程的观察研究却尚未见前人报道。因为曼氏无针乌贼为分批产卵类型,孵化时间长,且受精卵外层胶质膜厚、呈黑褐色不透明状态,观察难度大,这正是曼氏无针乌贼胚胎发育观察和研究最大限制因素。所以必须采取特殊的措施和持久的耐心,才能完成胚胎发育观察工作。为此,作者在2008年4~7月、9~10月春、秋两季曼氏无针乌贼批量人工育苗生产中,于9月23日~10月18日期间,采集曼氏无针乌贼受精卵,结合育苗期间的受精卵孵化情况,在实验室内通过解剖剥离卵膜的方法对其进行观察研究,旨在为曼氏无针乌贼批量人工育苗提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 亲体和受精卵来源

亲体来源于三都湾海区网箱人工养殖4~5个月的曼氏无针乌贼,个体重为110~145g,种名鉴定依据张玺等(1961)的《贝类学纲要》中头足类分类特征,养殖用苗为人工培育的苗种。9月18日移入室内水泥中产卵,放养密度为2000只/m³左右。用于在实验室观察的受精卵从产卵开始至1h即取出,放养于两个塑料水桶中,其中一桶供观察胚胎发育用,另一桶供孵化试验用。受精卵于2008年9月23日和9月29日分两批取回实验室,后者作为前者的重复实验和补充。

1.2 孵化设施及方法

育苗孵化池的规格为3.3m×8.2m×1.5m的水泥池,实验室内的孵化容器为12L的塑料水桶。受精卵附着在张开的尼龙绳网片上(图版I-1),掉落的受精卵收集于塑料篮中,把网片或塑料篮挂在孵化池水中层孵化。网片规格为20cm×45cm,网目为1cm×1cm。孵化池中的孵化密度为(1.70~2.86)kg/m³(10200~17160粒/m³),塑料水桶中卵的孵化密度为52粒/L。

1.3 孵化环境条件

孵化用水为砂滤海水,孵化池水温25~29℃,盐度23.8~29.3,pH值8.0~8.2,光照度2000~100lx,连续充气,每天移换新池,即日换水量为100%。实验室孵化水桶的水温23.8~26.2℃,盐度29.3,其他环境条件与孵化池的环境条件基本相同。

1.4 观察方法

1.4.1 解剖剥离卵膜方法

由于曼氏无针乌贼的受精卵呈黑褐色不透明状态,无法直接观察,只有采取解剖的方法将卵膜剥离,才能在显微镜或解剖镜下进行观察。具体的做法是:在解剖镜下用两把尖的镊子将外层卵膜夹住轻轻撕开,操作时应小心谨慎,不得损坏卵黄或胚体,如有损伤,则弃之另行取样。

1.4.2 胚胎发育观察

孵化第1天每1h1次,第2天每3h1次,第3天每6h1次,第4天以后每天2~3次。将在显微镜或解剖镜下观察到的情况进行拍照或录像,记录发育进程,描述形态变化,并结合相关资料系统地进行研究。

1.4.3 室内孵化试验

采用未剥离卵膜的受精卵,幼体孵出结束后计算孵化率。

1.4.4 受精卵和胚体的长度测量

用显微镜游尺或台测微尺进行测量。

2 结果

2.1 卵的形态与结构

曼氏无针乌贼卵产出瞬间黏附在细杆(绳)状物体上,初产受精卵呈尖梨状,较柔软,呈黑色,一端有附着柄,另一端尖突(图版 I-2);孵化后期颜色变浅,呈褐色;快孵出时呈半透明状。卵膜有3层,外层较厚,韧性强,属胶质膜,膜厚约0.12 mm,内两层的膜比外层的薄许多。初产受精卵的最内层卵膜与卵黄膜间含有黏性强的黏液,孵化后期这些黏液大量减少,以至消失。初产受精卵的长径(不含卵柄,既卵柄基部至卵突的尖端)平均为9.2 mm,短径平均为6.3 mm,每公斤卵粒数约为6 000粒;孵化第5天卵粒变得最小,平均长径为7.0 mm,短径为4.1 mm,每公斤粒数约为14 000粒;幼体将孵出时的卵粒变得最大,平均长径为9.5 mm,短径为9.1 mm,每公斤粒数约为2 600粒。初产受精卵的卵黄形状呈偏椭圆形(一端大,一端小),动物极在小端,平均长径为3.3 mm,短径为2.3 mm(图版 I-3)。随着孵化时间的延长,卵黄由偏椭圆形逐渐变成正椭圆形,最后变成近圆形。卵黄为含有许多颗粒物的滴状物,难溶于水。

2.2 胚胎发育

观察产卵后1h左右卵的受精情况,发现其发育时段都是处在刚受精或受精膜刚举起阶段(图版 I-3)。发育历经卵裂期-囊胚期-原肠期-器官原基形成期-器官发生期-胚体生长期-孵化期。各时期的详细形态特征描述见表1和图版 I。

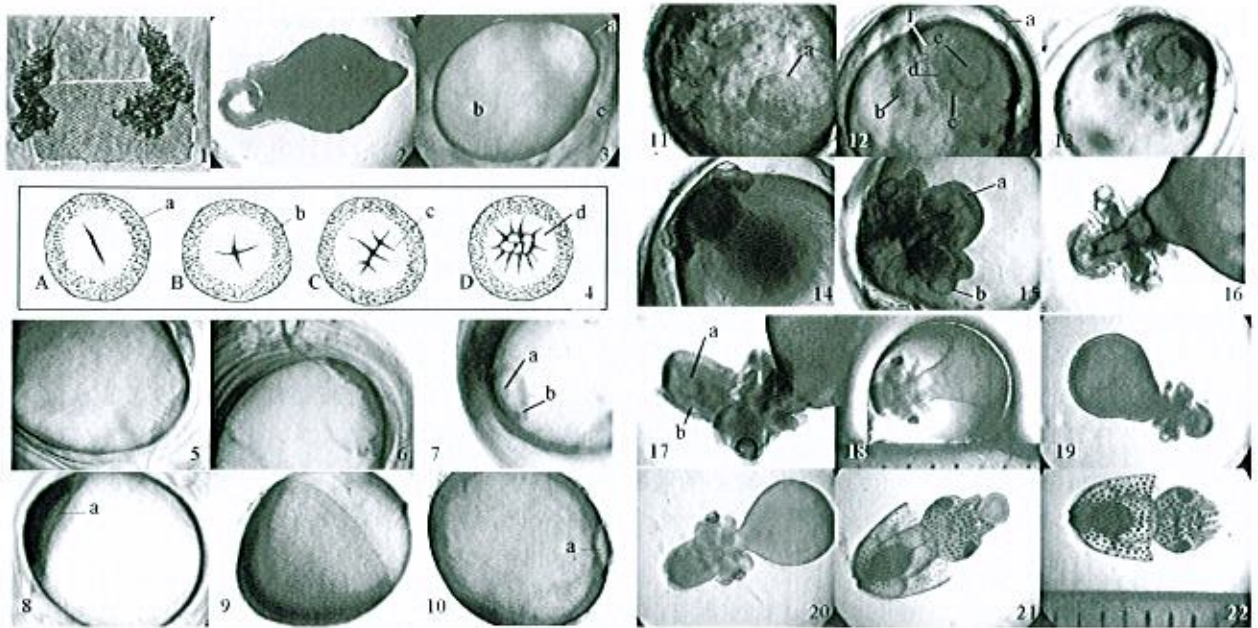
根据观察,曼氏无针乌贼卵的卵裂仅在卵黄的表面一端进行,分裂沟不明显,且不到达植物极卵黄部分,即位于动物极的胚盘中进行,属不全卵裂的盘状卵裂。卵的前3次卵裂较为规则,第4次卵裂起就不规则,分裂球大小不一,卵裂沟较多,也不同时进行,进入多细胞期,边缘卵裂沟呈辐射状。进入囊胚期,囊胚表面可见分裂球很小的中央细胞(明区)和分裂球较大的边缘细胞(暗区),胚盘边缘细胞分裂不规则,其边缘呈弯曲状态;到囊胚晚期,边缘细胞变得很小,开始向植物极延伸。进入原肠期,外胚层继续分裂小细胞,并向植物极延伸下包,在胚盘边缘细胞排列整齐,形成直线,从四周向植物极延伸而下包,逐渐将卵黄盖在内部,最后胚孔封闭,包裹在卵黄表层的细胞将来形成卵黄囊。

约5 d后胚胎可在卵黄膜内转动,很快胚体原基出现,接着卵黄膜与胚胎间出现间隙称胚外体腔,此时胚体与卵黄囊开始有收缩运动,外部器官开始生长。约8 d后,胚体形状与成体基本相似,卵黄囊与胚体口的食道相连,体内各器官开始发育(如出现心脏、食道和鳃叶等),胚体与卵黄囊长度比为0.58:1,以后胚体逐渐生长变大,卵黄囊逐渐缩小,到出膜前的胚体与卵黄囊长度比为4.63:1,此阶段胚外体腔逐渐变大,其中充满“羊水”。约10 d胴部背面金黄色色素点出现,海螺蛸开始生长,卵黄囊收缩时可见稍许卵黄流入胚体。第14天开始孵出幼体,在卵膜外隐约可见胚体的活动,孵出前胚体挣扎时与卵黄囊脱落,用胴部的顶端顶撞卵膜,在瞬间幼体破膜而出。从卵膜内出来时为幼体,其形态结构与成体相似,胴长3.4 mm左右,全长约5.6 mm。胚胎发育过程和各时期的划分见表1及图版 I。

曼氏无针乌贼的胚胎发育速度相差很大,在本实验条件下最快14 d孵出幼体,最慢23 d孵出幼体,孵出幼体高峰期18~21 d,4 d的孵出量占总孵出量的79.4%。孵化率为83.1%,未孵出幼体的卵主要是未受精的卵,未见到发育一半停止发育的胚胎。

2.3 盐度和水温对孵化的影响

从2008年作者进行的曼氏无针乌贼人工育苗生产结果来看,孵化率主要受盐度的影响,孵化速度主要受水温影响(表2)。在盐度为22~30内,盐度高低与孵化率成正比。在水温为20~30℃内,水温高低与孵化速度成正比;水温为23~25℃时,孵化率最高,密度在10 000~17 000粒/m³之间,孵化率相差不大。



1. 附着基与卵团 (Settlement substrata and egg mass) ($\times 0.12$); 2. 受精卵, 具附着柄和尖突 (A fertilized egg with attachment stem and cuspid) ($\times 5$); 3. 未分裂的卵 (Undivided egg) ($\times 16$), a. 在动物极卵黄膜举起 (The elevation of yolk membrane in animal pole), b. 卵黄 (Yolk), c. 蛋白 (egg plasma); 4. 卵早期分裂示意图 (The diagram of early cleavage of egg), A 为第 1 次分裂 (The first division), B 为第 2 次分裂 (The second division), C 为第 3 次分裂 (The third division), D 为第 4 次分裂 (The fourth division), a. 卵黄膜 (Yolk membrane), b. 卵黄 (Yolk), c. 分裂沟 (Cleavage furrow), e. 分裂球 (Ectomesoblast); 5. 16 细胞期 (The cleavage stage with sixteen cells) ($\times 18$); 6. 多细胞期 (Multicellular stage); 7. 囊胚期 (Blastula stage), a. 明区 (Light region), b. 暗区 (Dark region); 8. 原肠早期 (Early gastrula stage) ($\times 18$), a. 胚盘边缘细胞 (Blastodermal border cell); 9. 原肠中期, 胚盘边缘细胞向动物极延伸 (The middle gastrula stage, blastodermal border cell extending to animal pole) ($\times 18$); 10. 原肠晚期 (Late gastrula stage) ($\times 18$), 胚孔封闭 (The closure of blastopore), a. 胚孔 (Blastopore); 11. 胚体原基出现 (The occurrence of embryonic primodium) ($\times 18$); 12. 外部器官开始形成期 (At the beginning of filling stage of external organs), a. 胚胎间隙 (Embryonic gap), b. 腕突起 (Brachial process), c. 水管突起 (Water vascular process), d. 触腕突起 (Tentacular lobe process), e. 胴部原基形成 (The formation of body primodium), f. 眼柄及眼基突起 (Eye stalk and eye proximal process) ($\times 18$); 13. 腕突起, 眼窝形成 (Brachial process, the formation of orbit) ($\times 18$); 14. 肌肉效应期, 眼柄、眼窝形成, 触腕生长, 胴部开始生长 (The effector phase of muscle, eye stalk, the formation of orbit, the growth of tentacular lobe, at the beginning of body growth) ($\times 18$); 15. 眼晶体形成期, 卵膜内胚胎, 胚体继续生长 (The filling stage of eye lens, embryo in egg membrane, embryo regrowing) ($\times 18$), a. 胴部 (Body), b. 眼晶体 (Eye lens); 16. 人为破膜后胚胎, 已初具成体形状 (Morphological characters of the embryo, which was artificially destroyed egg membrane, was similar to that of adult squid) ($\times 18$); 17. 心脏出现期, 头部基本成形 (The occurrence of cardiopalmus, the development of head part was mostly finished) ($\times 18$), a. 心脏 (Heart), b. 鳃叶 (Branchial leaflets); 18. 卵黄膜内的胚胎 (Embryo in yolk membrane) ($\times 7.3$), 胚胎可在卵胎腔中转动或伸缩 (Embryo could rotate and escalate in fetal egg chamber); 19. 人为破膜后胚胎 (The embryo was artificially destroyed egg membrane) ($\times 7.3$), 胚体与卵囊长度比为 0.58 (The ratio of embryo proper to the length of egg sac was 0.58); 20. 人为破膜后胚胎 (The embryo was artificially destroyed egg membrane) ($\times 7.3$), 胚体与卵囊长度比为 0.77 (The ratio of embryo proper to the length of egg sac was 0.77); 21. 出膜前胚胎 (The embryo before hatching) ($\times 7.3$), 胚体与卵囊长度比为 4.63 (The ratio of embryo proper to the length of egg sac was 4.63); 22. 刚出膜幼体 ($\times 7.3$), 卵囊已脱落, 形态与成体相似 (The newly hatched larvae, egg sac was off, its morphological characters was similar to that of adult squid)

图版 I 曼氏无针乌贼胚胎发育过程

Plate I Embryo development of *Sepiella maindroni* de Rochebrune

3 讨论

3.1 曼氏无针乌贼卵的受精方式

许多学者以及有关教科书都认为头足类受精卵是在体内受精的(楼允东等 1999), 而张 炯等(1965)则认为曼氏无针乌贼卵是在产出体外瞬间受精的, 并进行了一系列实验来证明。本实验对多批次产卵后 1h 内卵的受精情况进行观察, 其结果为发育时段都是处在刚受精或受精膜刚举起的阶段, 因此作者推测曼氏无针乌贼

表1 曼氏无针乌贼胚胎发育过程和各时期的划分

Table 1 The *Sepiella maindroni* embryo growth process with each period of divide the line

序号 Order	发育时期 Development stage	产卵后时间 Time after spawning	胚胎特征 Character of embryo	图版 Plate
1	刚受精的卵 Fertilized egg	1h	卵黄膜举起,形成受精膜	图版 I-3
2	2细胞期 2-cell stage	3h	第1次卵裂,分成两个分裂球	图版 I-4-A
3	4细胞期 4-cell stage	4h30min	第2次卵裂,与第1次卵裂沟垂直,分成4个分裂球	图版 I-4-B
4	8细胞期 8-cell stage	6h30min	第3次卵裂,与第1次平行,有两条卵裂沟在第1次裂沟的两侧,分成8个分裂球	图版 I-4-C
5	16细胞期 16-cell stage	9h30min	第4次卵裂,分成16个分裂球,分裂球大小不一,分裂沟较多,呈辐射状	图版 I-4-D
6	多细胞 Multicellular stage	11h	中央细胞小,边缘细胞大,边缘分裂沟呈辐射状	图版 I-5
7	囊胚早期 Early stage of blastula	20h	囊胚呈盘状,表面可见分裂球很小的中央细胞(明区)和分裂球较大的边缘细胞(暗区),切开囊胚可见双细胞层,胚盘边缘细胞分裂不规则	图版 I-7
8	囊胚晚期 Late stage of blastula	48h	囊胚表面细胞向卵黄部分下包1/3,已看不清细胞界线	图版 I-8
9	原肠早期 Early stage of gastrula	3d21h	外胚层继续分裂,并向植物极延伸下包2/3,胚盘边缘细胞排列整齐,形成直线	图版 I-9
10	原肠晚期 Late stage of gastrula	4d10h	外胚层继续分裂,逐渐将卵黄盖在内部,最后胚孔封闭,此时胚胎呈正椭圆形	图版 I-10
11	胚孔封闭期 Stage of blastopore closure	5d	胚胎在卵黄膜内转动,每2~4min转1圈	
12	原基出现期 Stage of anlage appearance	5d6h	胚体原基出现	图版 I-11
13	外器官形成期 Stage of outer organization	5d10h	出现鳃突起,水管突起,触腕突起,眼柄突起和胚体外腔,胴部原基形成	图版 I-12
14	肌肉效应期 Stage of muscular contraction	5d26h	胚体、卵黄囊可伸缩,60次/min左右	图版 I-13
15	眼窝形成期 Optic vesicle	6d5h	眼柄、眼窝形成,触腕、胴部开始生长	图版 I-14
16	晶体形成期 Stage of lens formed	6d20h	眼晶体形成,卵黄膜内胚胎,胚体继续生长,人为破膜后胚胎已初具成体形态	图版 I-15 图版 I-16
17	心跳出现期 Stage of heart pulsation	7d10h	可见心脏跳动,60~68次/min,头部基本成形,胴部继续生长,内部器官开始生长	图版 I-17
18	卵黄膜内的胚胎 Embryo in yolk film	8d8h	胚胎可在胚体外腔中转动或伸缩,腔中充满羊水	图版 I-18
19	人为破膜后胚胎 Embryo after man-made breaking film	8d10h	胚体与卵囊长度比为0.58:1,胚体形状与成体基本相似	图版 I-19
20	体色素出现期 Stage of body pigment formed	11d	人为破膜后胚胎,胚体与卵囊长度比为0.77:1,胚体形状与成体相似,胴部背面金黄色色素点出现,海螺蛸开始生长	图版 I-20
21	出膜前胚胎 Embryo before hatching	13d	胚体与卵囊长度比为4.63:1,卵囊已变得很小,胚体形状与颜色都接近成体	图版 I-21
22	刚出膜幼体 Newly hatched larvae	14d	卵囊已脱落,形态与成体相似	图版 I-22

注:观察前均已剥离卵膜,水温23.8~26.2℃

表2 盐度和水温对孵化的影响

Table 2 Impact of salinity and water temperature on hatching

盐度组别 Salinity	孵化率(%) Hatching rate(%)	水温(°C)组别 Water temperature(°C) set don't	孵出高峰期(d) Peak hatching period(d)	孵化率(%) Hatching rate(%)
30左右	85~90	20~22	25~28	81~90
26~24	70~80	23~25	18~21	85~91
23~22	50左右	25~28	15~17	80~90
21	极低	28~30	12~13	70左右

卵是在产出体外瞬间受精的,为体外授精。如在体内受精,不同个体产的卵则不可能如此统一地同处于一个发育阶段。

3.2 卵与胚胎发育的特点

从受精卵形态结构与卵裂特征来看,曼氏无针乌贼卵属端黄卵,卵膜属三级卵膜,为不全卵裂类型,囊胚呈盘状。从卵膜内出来时为幼体,其形态结构与成体相似,属直接发生类型。曼氏无针乌贼的孵化时间很长,在水温 23.8~26.2 °C 时,幼体孵出时间为 14~23 d,孵出高峰期为 18~21 d;发育后期其胚体与卵黄膜间充满“羊水”,这一特点与鸡的胚胎发育相似(曲激惠等 1979)。整个发育过程与中国枪乌贼相似,不过中国枪乌贼孵出时间要短很多,只需 10 d(欧瑞木 1981)。

本实验采用显微镜或解剖镜观察,只能看到胚胎发育的表面情况,在原肠作用时观察不到各胚层的分化以及其他细微结构的变化,因此有待今后采用切片或电镜的观察方法进行深入研究。同时,由于曼氏无针乌贼的卵黄呈偏椭圆形,初期卵裂在动物极进行,无法将卵黄站立,且卵的分裂沟不明显,不能清楚地看到正面的卵裂,因此笔者通过连续认真、多方位的观察后,绘制成初期卵裂示意图(图版 I-4),以期能清楚地表达该时段的卵裂情况。其他阶段的胚胎发育用实体照片来表示,能直观、形象地表现出各阶段的胚胎发育进程。

3.3 胚胎发育进程的差异

曼氏无针乌贼胚胎发育速度个体间相差很大,虽然所取的实验材料均为同批(1 h)产的卵,但从开始孵出到结束时间却长达 9 d,这可能是由于个体间的生长发育差异造成的,也可能是端黄卵的共性。由于胚胎发育进程相差悬殊,因此本文中对曼氏无针乌贼胚胎发育过程和各时期的划分只是相对而言。

3.4 胚胎营养的提供

在孵化过程中蛋白逐渐消失,卵黄囊逐渐缩小,说明胚胎发育过程所需的营养是靠蛋白和卵黄提供。提供方式有两种:一是卵黄囊表面血管吸收蛋白和卵黄的营养,而后输送到胚体,二是卵黄从口进入胚体肠道,直接由胚体利用(曲激惠等 1979)。本实验观察时见到卵黄囊收缩和稍许卵黄流入胚体,即可证实胚体可直接利用卵黄。

3.5 环境对胚胎发育的影响

影响胚胎发育的环境因素主要是温度和盐度。在适温范围内,发育速度与水温高低成正比,温度过高或过低也会影响孵化率。实验结果表明,曼氏无针乌贼孵化的适宜温度为 20~26 °C。盐度是胚胎发育过程中的最重要环境条件之一,它影响发育的有机体内的渗透压,低于 22 将严重影响孵化率,适宜的盐度为 24~30。因此在曼氏无针乌贼人工育苗的孵化过程中,由于孵化时间很长,要特别注意环境因子的控制,并避免阳光直射,保证胚胎正常发育。同时合理、适宜的孵化密度也至关重要。育苗生产时以 15 000 个/m³为宜,因为大水体中由于卵的分布无法做到均匀分布,可能造成局部过密,挤压或缺氧,影响孵化率。

致谢:本文蒙福建师范大学生命科学学院林丹军教授的指导,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 曲漱惠,李嘉泳,黄 浙,张天荫. 1979. 动物胚胎学. 北京:高等教育出版社,276~279
- 张 炯,卢伟成. 1965. 曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* 繁殖习性的初步观察. 水产学报,2:35~41
- 张 玺,齐钟彦. 1961. 贝类学纲要. 北京:科学出版社,289~357
- 欧瑞木. 1981. 中国枪乌贼胚胎发育和稚仔的初步观察. 海洋与湖沼,3:51~59
- 唐逸民,吴常文,周江华. 1986. 影响曼氏无针乌贼卵孵化的因子及其保护. 浙江水产学院学报,11(2):147~154
- 楼允东,郑德崇,王瑞霞,江福来,朱洪文. 1999. 组织胚胎学. 北京:中国农业出版社,179~218

《海洋水产研究》期刊于 2009 年 1 月起更名为《渔业科学进展》

各有关单位、各位读者:

经国家新闻出版署 2008 年 11 月 13 日(新出报刊[2008]1324 号文)和山东省新闻出版局 2008 年 12 月 11 日(鲁新出批字[2008]325 号文)批准,从 2009 年 1 月起,《海洋水产研究》期刊更名为《渔业科学进展》(英文名:Progress in Fishery Sciences),ISSN 1000-7075,国内统一刊号:CN 37-1466/S,国内邮发代号:24-153,国外发行代号:4578Q。刊期仍为双月刊。

更名后,本刊栏目包括研究论文、研究综述和研究简报等,内容涵盖各类水域渔业科学研究最新成果,涉及与渔业科技有关的各学科门类的研究进展。本刊主要报道渔业生物学、渔业海洋学、水产增养殖学、水产种质资源与遗传育种、水生野生生物保护、渔业生物病害及其防治、渔业生态环境保护、渔业设施与捕捞技术、渔业装备制造技术、水产品综合利用与质量安全等领域的新发现、新技术和新成果。希望各位领导、各位专家,一如既往地关心和支持我们的工作,踊跃为《渔业科学进展》刊物投稿。

祝愿各位领导、各位专家工作顺利、万事如意!

中国水产科学研究院黄海水产研究所

《渔业科学进展》编辑部

2009 年 3 月 30 日