

# 海湾扇贝种贝人工促熟条件下积温和性腺发育周期的关系

吕 豪<sup>1</sup>, 李 霞<sup>1</sup>, 董义超<sup>1</sup>, 张国范<sup>2</sup>

(1. 大连水产学院 农业部海洋水产增养殖与生物技术重点开放实验室, 辽宁 大连 116023; 2. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

**摘要:**以“中科红”海湾扇贝为种贝,研究了在人工促熟条件下其性腺发育各期的特点,分析了积温和性腺指数的函数关系。实验结果表明,性腺发育在生物学零度 6.6℃以下时,为休止期;水温 14℃,积温 171℃,性腺指数 8.59,发育到增殖期;水温 15℃,积温 216℃,性腺指数 11.49,为生长期;水温 17℃,积温 267℃,性腺指数 15.85,达到成熟期;水温 21℃,积温达 446℃,性腺指数达 17.99,为排放期,同时也对影响性腺发育的因子等进行了讨论。

**关键词:**海湾扇贝 (*Argopecten irradians* Lamarck); 人工促熟; 积温; 性腺指数; 性腺发育  
**中图分类号:** S968.3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3096(2008)04-0057-04

海湾扇贝 (*Argopecten irradians* Lamarck) 原产地为美国大西洋沿岸,1982 年中国科学院海洋研究所成功引种到中国,目前已成为中国北方贝类养殖的主要种类之一。关于海湾扇贝性腺发育的研究曾有过报道<sup>[1]</sup>,但在人工促熟条件下,对海湾扇贝性腺发育周期、积温和性腺指数的关系未见系统研究,作者通过对中国科学院海洋研究所培育的“中科红”海湾扇贝性腺发育周期和组织切片的观察,分析了积温和性腺指数的函数关系,为进一步提高种贝的促熟质量和人工育苗效果提供一定的理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 海湾扇贝 种贝

海湾扇贝种贝为中国科学院海洋研究所培育的“中科红”海湾扇贝,2003 年 2 月取自山东胶州湾,壳长为 5~6 cm,暂养密度 144 个/m<sup>3</sup>,水温为 5.0℃,盐度 33,每天全量换水 2 次。饵料以新月菱形藻为主,投喂藻细胞量 10~50 万个/(mL·d),并辅以投喂蛋黄等以充分满足其摄食营养的需要<sup>[2]</sup>。

### 1.2 积温、升温促熟

积温是以海湾扇贝性腺发育的生物学零度 6.6℃为基数<sup>[1]</sup>,水温日升温 1℃,分别于水温 10, 15, 18℃恒温 2d,至 21~23℃产卵为止,将每日温度累积相加。

### 1.3 测定项目 和方法

将种贝煮熟开壳,取出软体部放在滤纸上吸干水分,分别对软体部和性腺进行称重,并计算出性腺指数<sup>[3]</sup>。

### 1.4 切片样品的制备

从 2 月 20 日开始,每隔 3~5 d 取海湾扇贝性腺,每次 15 枚。性腺分别用 Bouin's 氏液固定,各级乙醇脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,切片厚度 5 μm,

H. E 染色,OLMPUS 显微镜观察并拍照。

## 2 结 果

### 2.1 性腺发育外部形态

海湾扇贝为雌雄同体,性腺滤泡型。非生殖季节性腺表面具一层黑膜,当性腺成熟时,黑膜逐渐消失。成熟的卵巢呈橘红色,精巢呈乳白色。精巢和卵巢间没有完全隔离,并具有 1 个共同的输出管<sup>[3]</sup>。性腺发育分为增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止期<sup>[3-7]</sup>。

**增殖期:**性腺由黑膜包裹,雌雄区域之间由一条白线分开,镜检结缔组织发达。

**生长期:**性腺上的黑膜开始变浅,灰白色的雄性区域隐约可见;雌性区域仍有黑膜覆盖。镜检结缔组织相应减少,有少量成熟精卵。

**成熟期:**性腺发育明显,体积增大,较饱满。性腺表面叶脉状生殖输送管清晰可见。雄性为白色,雌性为暗红色至橘红色。黑膜大部分消失,有的雌性性腺前端部分仍具少部分黑膜。镜检可见大量成熟的精卵。

**排放期:**叶脉状生殖输送管清晰可见,性腺饱满度开始逐渐降低,镜检仍可看到有大量成熟的精卵。

**休止期:**产卵后期,性腺萎缩,表面无色透明,叶脉状生殖输送管不明显。不能辨别雌雄区域。

### 2.2 性腺发育组织学

#### 2.2.1 卵巢发育

**增殖期:**水温 14℃,积温 176℃,滤泡已形成。雌

收稿日期:2006-02-10; 修回日期:2007-11-20

作者简介:吕豪(1954),男,副教授,研究方向:海水经济动植物养殖, E-mail:lvhao@dlfu.edu.cn; 张国范,通讯作者,教授, E-mail:gfzhang@ms.qdio.ac.cn

性区域滤泡壁内生殖细胞增多,滤泡壁为不连续单层卵原细胞。并在卵原细胞之间开始出现卵黄形成前期的卵母细胞和卵黄形成后期的卵母细胞,上述两种卵母细胞所占滤泡壁上所有卵细胞总数的5%左右,但此时滤泡腔基本上还是一个空腔。滤泡间具大量结缔组织;卵原细胞直径约为12.60 μm(图1-1)。

生长期:水温15℃,积温达216℃,滤泡内生殖细胞数量继续增加,滤泡壁增厚。卵母细胞成梨形,它的一端向滤泡腔突出,另一端呈柄状与滤泡壁相连。卵母细胞质中形成大量的卵黄。在滤泡腔内可看到少量的成熟卵母细胞,此期下无卵黄生成期的卵母细胞直径约为20.4 μm,卵黄生成前期的卵母细胞直径约为27.74 μm,卵黄生成后期的卵母细胞直径约为41.14 μm(图1-2)。

成熟期:水温17℃,积温267℃,整个滤泡腔内充满生殖细胞,腔内无空隙,滤泡之间的空隙已基本消失。雌性滤泡腔内充满了成熟的卵细胞,成熟卵在滤泡内相互挤压,使卵呈不规则的形状。卵细胞充满了卵黄颗粒;滤泡内成熟卵已占40%~60%(图1-3)。

排放期:水温21℃,积温446℃,由于成熟卵子

的大量排放,滤泡腔逐渐出现大小不等的空腔,与此同时滤泡缩小。滤泡中仍有剩余的卵细胞,滤泡不再被挤满而是有一定的空隙。有些滤泡因排卵而破裂(图1-4)。

休止期:性腺滤泡区单层,滤泡均变成一大空腔,滤泡间隙逐渐加大,分布着不连续的卵原细胞(图1-5)。

### 2.2.2 精巢发育

增殖期:雄性区域滤泡具精原细胞和少量初级精母细胞,滤泡间结缔组织增多。滤泡壁开始增厚,精原细胞直径为5.68 μm(图1-6)。

生长期:滤泡数量增加,体积增大。生殖细胞沿滤泡壁呈多层排列,并开始有精子出现。次级精母细胞的直径约为4.65 μm。生殖细胞呈丛状排列(图1-7)。

成熟期:滤泡内充满生殖细胞,精细胞和精子呈辐射状排列(图1-8)。

排放期:大量的精子排放后,滤泡腔明显出现空腔,精子呈流水状排列。精子数量明显下降(图1-9)。

休止期:滤泡为一空腔,滤泡壁薄,滤泡形状不规则,在滤泡壁上分布着精原细胞(图1-10)。

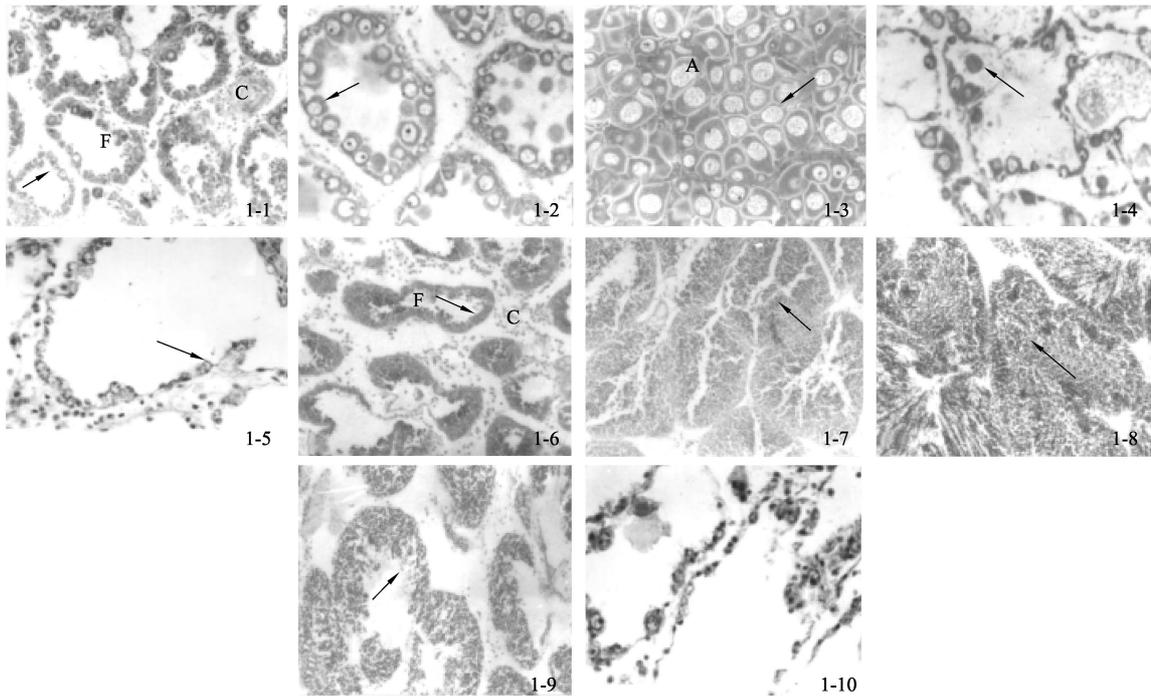


图1 海湾扇贝性腺的不同发育时期

Fig. 1 The gonad of *Argopecten irradians* at different developing stages

1-1. ♀增殖期×100, (↔)无卵黄期; 1-2. ♀生长期×100, (↔)卵黄形成前期; 1-3. ♀成熟期×100, (↔)卵母细胞; 1-4. ♀排放期×100, (↔)排放后滤泡腔中残留的卵子; 1-5. 休止期×125, (↔)卵原细胞; 1-6. ♂增殖期×125, (↔)初级精母细胞; 1-7. ♂生长期×100, (↔)次级精母细胞; 1-8. ♂成熟期×100, (↔)精子; 1-9. ♂排放期×100, (↔)雄性排放后滤泡中残留的精子; 1-10. ♂休止期×125

A. 卵黄形成后期; F. 滤泡和滤泡腔; C. 结缔组织

1-1. ♀ multiplicative period×100, (↔) showing the primary oocyte in the stage of no yolk formation; 1-2. ♀ growth period×100, (↔) showing the primary oocyte in initial stage of yolk formation; 1-3. ♀ mature period×100, (↔) showing the primary oocyte; 1-4. ♀ spawning period×100, (↔) showing the a few primary oocyte in follicle cavity; 1-5. ♀ resting period×125; (↔) oogonium; 1-6. ♂ multiplicative period×100 (↔) primary spermatocyte; 1-7. ♂ growing period×100, (↔) secondary spermatocyte; 1-8. ♂ multiplicative period×100, (↔) spermatozoa; 1-9. ♂ spawning period×100, (↔) a little spermatozoa in follicle cavity; 1-10. ♂ resting period×125

A. the primary oocyte late stage of yolk formation; F. follicle and lolicle cavity; C. connective tissue

### 2.3 水温、积温等与性腺指数的关系

水温、积温等与性腺指数的关系见表 1、图 2。

表 1 海湾扇贝水温、积温与性腺指数的关系

Tab. 1 The relation between water temperature, effective accumulated temperature, and gonad index

水温 (°C)	积温 (°C)	软体部质量 (g)	性腺质量 (g)	性腺指数 (%)
8	42	141.5	8.0	5.70
10	72	126.5	8.0	6.30
14	171	128.0	11.0	8.59
15	216	130.5	15.0	11.49
17	267	132.5	21.0	15.85
19	346	136.5	24.0	17.58
21	446	139.0	25.0	17.99
23	486	117.5	15.5	13.19

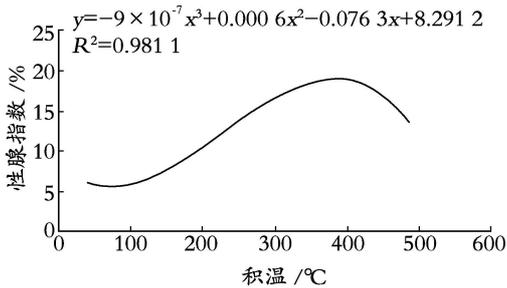


图 2 积温与性腺指数的函数关系

Fig. 2 Functional relationship of accumulated temperature and gonad index

本次实验的积温与性腺指数的函数关系仅显示扇贝第一次的排卵情况。通过图 1 可以看出, 积温与性腺指数的函数关系为  $y = -9 \times 10^{-7} x^3 + 6 \times 10^{-4} x^2 - 0.0763x + 8.2912$ ,  $R^2 = 0.9811$  线性显著相关。它表示种贝性腺随着积温的增加开始发育, 性腺指数递增。并可以看出前期性腺发育缓慢, 后期发育加快, 其速度转折点位于该曲线二阶导数等于零时, 经计算积温约为 222 °C, 水温 16 °C, 此时处于生长期。即从生长期后发育加快, 摄食量也相应增加。当积温达 446 °C 时种贝性腺指数达最大值。种贝经过排放后性腺指数下降至 13.35。

## 3 讨论

### 3.1 性腺发育周期

水温小于 6.6 °C 时, 性腺处于休止期<sup>[1]</sup>, 表面具有黑膜; 水温 14 °C, 积温 176 °C 时, 为增殖期, 性腺指数 8.59, 性腺表面仍具黑膜; 水温 15 °C, 积温 216 °C

时, 性腺发育快, 处于生长期, 黑膜开始变色, 性腺指数 11.49; 水温 17 °C, 积温 267 °C 左右时, 性腺指数 15.85, 叶脉状生殖输送管明显可见, 性腺处于成熟期; 水温 21 °C, 积温 446 °C 以上时, 性腺指数 17.99, 处于排放期, 而后进入休止期, 性腺指数下降至 13.19。

实验证明, 扇贝的性腺发育通常与积温密切相关, 必要的积温是促使其成熟的一个重要因素, 不同的积温所对卵巢发育结果不同。随着积温的增加, 卵母细胞体积逐渐增大, 并且细胞内物质累积逐渐增多<sup>[5]</sup>。据此分析认为, 海湾扇贝在人工繁殖时的最佳条件, 当积温达到 446 °C 左右, 性腺指数 17.99 时为适宜。

### 3.2 影响性腺发育的因子

许多研究表明, 大部分海洋无脊椎动物其性腺发育、生理周期受到外源性和内源性因素的影响<sup>[5]</sup>, 扇贝的性腺发育同许多环境因子有关, 如饵料、种贝池温度和升温梯度、促熟天数以及水环境、种贝培育密度等各种因子的综合因素制约<sup>[5]</sup>。

扇贝性腺发育的好坏, 直接影响着苗种生产与生长。决定性腺发育的因素除了自身以外, 还包括温度、饵料、种贝密度以及水环境等多种综合因素的影响。

许多学者都认为, 影响生殖最重要的因子是温度。海洋无脊椎动物栖息环境的水温波动与它们的性腺发育有密切关系<sup>[2]</sup>。在适温范围内贝类新陈代谢旺盛。水温对呼吸与排泄、运动、摄食、消化、生长、性腺发育与繁殖均产生积极的作用。种贝促熟期间, 水温在 15 °C 以下时, 要根据性腺发育程度在不同温度下进行恒温培育, 使其在体内积累营养物质, 从而为性腺充分发育做好准备。

生殖腺的形成和发育有赖于营养物质的积累, 而营养物质的积累来自于饵料的质量和数量, 营养物质转化到性腺中是随着性腺发育开始而发生的。在扇贝种贝促熟过程中, 投喂新鲜的单胞藻(新月菱形藻)同时适当投为蛋黄等, 能够促进性腺发育。许多学者报道了混合饵料比单一效果好, 其原因是混合饵料有调节营养平衡作用<sup>[5]</sup>。Sastrg 通过对海湾扇贝生殖腺指数和消化腺指数的研究发现, 繁殖间动物所摄食全部能量可能迅速同化并转化为性腺发育, 仅凭体内的能量储备不足以满足性腺发育的需要。在适宜的温度范围内, 温度升高使贝类的代谢增强, 滤食加快, 滤除率增加<sup>[7]</sup>。在实验中水温达 16 °C 以上时, 扇贝的摄食量加大。在温度得到保证的情况下, 饵料的质量和数量是关系到性腺能否促熟成功的关键。所以, 海湾扇贝种贝性腺促熟质量

如何,对人工育苗生产最后效果起到相当的重要作用。

参考文献:

[1] 田传远,梁英,王如才.海湾扇贝性腺发育生物学零度[J].青岛海洋大学学报,1995,25(1):56-58.  
 [2] 吕豪,李连芝.海湾扇贝工厂化育苗中几个主要问题的综合分析[J].大连水产学院学报,1999,14(4):62-67.  
 [3] 王如才,王昭萍,张建中.海水贝类养殖学[M].青岛:青岛海洋大学出版社,1993.

[4] 谢忠明.海水经济贝类养殖技术(下)[M].北京:中国农业出版社,2003.475-530.  
 [5] 赵志江,李复雪,柯才焕.波纹巴非蛤的性腺发育和生殖周期[J].水产学报,1991,15(1):1-8.  
 [6] 吴宝铃.海水增殖殖生物优良种质和抗病力的基础研究(3)——贝类繁殖附着变态生物学[M].济南:山东科学技术出版社,1999.  
 [7] 郑家声,王敏林,王志勇,等.泥蚶的性腺发育和生殖周期[J].青岛海洋大学学报,1995,25(4):503-509.

## The relation between effective accumulated temperature and gonad development period of scallop, *Argopecten irradians*

LÜ Hao<sup>1</sup>, LI Xia<sup>1</sup>, DONG Yi-chao<sup>1</sup>, ZHANG Guo-fan<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Mariculture & Biotechnology, Agriculture Ministry; Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China 2. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Feb., 10, 2006

Key words: *Argopecten irradians*; artificial maturation; effective accumulated temperature; gonadal index; gonadal development

**Abstract:** *Argopecten irradians* is one of the most important clam species cultured in China. We researched the histology of its gonad development and the relation between periodic variation of histology with gonad development and effective accumulated temperature. The gonads were fixed with Bouin's solution, and tissue sections were stained with H·E solution. Taking micrography pictures is to show the gonad development. The results showed that: when the biology zero point is below 6.6℃, the gonad was at a resting stage; when the water is 14℃, effective accumulated temperature is 171℃, the gonad index was 8.59, the gonad was in a multiplication stage. When water temperature is 15℃ and effective accumulated temperature is 216℃, the gonad index was 11.49, the gonad was at a growing period. When water temperature is 17℃ and effective accumulated temperature is 267℃, the gonad index was 15.85, the gonad was at a maturity period. When water temperature is 21℃ and effective accumulated temperature is 446℃, the gonad index was 17.99, the gonad was at a spawning period. This paper discussed the influence factor on gonad development of *A. irradians*.

(本文编辑:张培新)