

# “海大 1 号”长牡蛎规模化人工育苗技术的研究\*

李玲蔚<sup>1</sup>, 张哲<sup>1</sup>, 马培振<sup>1</sup>, 于瑞海<sup>1\*</sup>, 李琪<sup>1</sup>, 李鹏飞<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学水产学院, 青岛, 266003; 2. 莱州市长渔水产有限公司, 烟台, 264100)

**摘要:** 本文以长牡蛎海大 1 号新品种为材料, 通过强化亲贝单胞藻投喂量和人工升温促熟培育, 使海大 1 号长牡蛎新品种亲贝成熟, 利用阴干升温刺激方法诱导产卵, 并进行了受精卵洗卵和不洗卵的孵化实验; 通过控制幼虫密度、投喂新鲜无污染的单胞藻以及科学投喂等技术措施, 幼虫快速生长发育到眼点幼虫, 投放栉孔扇贝壳进行采苗, 眼点幼虫的附着变态率达到 45% 以上, 成功培育出壳高 0.5mm 以上的稚贝 9.67 亿粒, 单位水体出苗量达到  $32.4 \times 10^4$  粒/ $m^3$ 。取得长牡蛎海大 1 号新品种规模化育苗生产的成功。

**关键词:** 长牡蛎海大 1 号; 人工育苗; 孵化; 采苗; 附着; 规模化

中图分类号: S968.31

文献标志码: A

文章编号: 1003-6482(2017)04-139-06

DOI: 10.13984/j.cnki.cn37-1141.2017.04.018

## 引言

长牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 是我国乃至世界上重要的经济贝类, 由于其生长速度快, 养殖周期短, 产量高, 长牡蛎养殖给我国带来了巨大的经济和社会效益。然而, 长牡蛎自从人工育苗以来, 缺乏系统有效的育种工作, 育苗所用亲本都是来源从未经过遗传改良的野生型群体, 导致遗传多样性降低, 种质退化。近几年突出表现在育苗成功率降低, 养殖的牡蛎死亡率高, 并呈现养殖个体小型化、形态不规则、出肉率低等经济性性状衰退现象, 严重影响牡蛎养殖业的发展。

为此作者利用中国海洋大学牡蛎育种团队, 经过 8 年的长牡蛎良种选育, 成功培育出壳型规则、生长快、产量高的长牡蛎优良品种“海大 1 号”。为了快速推进长牡蛎新品种海大 1 号的养殖推广, 满足养殖单位对新品种苗种的需求, 作者在 2016 年春季在莱州市长渔水产有限公司, 开展长牡蛎海大 1 号新品种规模化人工育苗生产, 取得了比较好的育苗效果和经济效益, 现总结如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料:

#### 1.1.1 育苗设施

莱州市长渔水产有限公司进行, 育苗车间  $2000m^3$ , 培育池 100 个, 培育池大小为  $20m^3$ , 附着基为栉孔扇贝壳。

#### 1.1.2 长牡蛎海大 1 号种贝

所用种贝为海大牡蛎育种团队所培育的“海大 1 号”, 挑选大小整齐, 外表无损伤的 1—2 龄贝作为亲贝, 从乳山养殖海区运往莱州进行室内促熟培育, 大小在 10—15 cm, 共 800 个。入池前, 将亲贝表面清洗干净, 放入浮动网箱内进行促熟培育。

#### 1.1.3 育苗期间投喂的单胞藻

培育期间投喂的单胞藻类有金藻、小新月菱形藻、扁藻和小球藻等, 亲贝促熟培育以小新月菱形藻为主, 扁藻和金藻为辅; 幼虫培育期间以金藻为主, 扁藻、小球藻为辅。

\* 基金项目: 山东省科技发展计划项目(2014GHY15002), 农业科技成果转化资金项目(2014GB2B020029)资助

第一作者简介: 李玲蔚(1991-), 女, 硕士研究生, 从事贝类育种技术研究。

\* 通讯作者: 于瑞海(1964-), 男, 教授级高级工程师, E-mail: yuruihai@ouc.edu.cn

收稿日期: 2016-10-27

## 1.2 方法:

### 1.2.1 亲贝促熟培育:

长牡蛎海大1号亲贝3月28日入池后,经过40多天升温促熟培育,在5月中旬,升温至23℃时恒温培育至成熟。

#### 1.2.1.1 亲贝蓄养期间管理技术措施

水温:亲贝入池后在自然水温12—13℃条件下,每天升温0.5℃,至23℃培育至成熟待产。

单胞藻投喂量:单胞藻种类以小新月菱形藻、扁藻为主,每天投喂6—8次,日投喂量由 $10 \times 10^4$  cell/d,逐渐增至 $30 \times 10^4$  cell/d。

换水:每天换水2次,每次换水量为培育水体的1/3,每3天移池1次。

培育密度及方法:40个/m<sup>3</sup>,采用单层浮动网箱培育。

### 1.2.2 诱导亲贝排放精、卵及洗卵

#### 1.2.2.1 诱导产卵

长牡蛎海大1号产卵、排精主要采用阴干、升温刺激的方法诱导。具体方法为:把成熟的亲贝,先经4~5h的阴干,再放入比培育水温高出2—3℃的产卵海水中,经1~2h的适应期后,亲贝排放精、卵,亲贝排放率为80%以上。

#### 1.2.2.2 受精及洗卵

受精:长牡蛎海大1号排放精、卵时,一般雄贝先排精,排精时呈白色烟雾状,雌贝排放较雄性晚0.5—1h,呈颗粒状,雌贝大量排放时要及时挑出排放的雄贝。在充气或搅动条件下,卵子在海水中受精。

洗卵:排放过程中,需进行洗卵。洗卵方法:受精后静置30—40min,待受精卵下沉后,将中上层含有精液的海水用300目网箱虹吸排出,去除多余的精液和杂质,然后再加入新鲜的海水;受精卵经上述方法洗卵2—3次后,再分池孵化。同时进行了长牡蛎海大1号在23℃水温下,受精卵不同孵化密度下洗卵与不洗卵孵化效果的比较实验。

### 1.2.3 幼虫培育

在23℃温度下,长牡蛎海大1号受精卵经过22小时发育到D型幼虫后立即选优,将幼虫选育到培育池中,进行幼虫培育。幼虫培育期间管理如下:

幼虫培育条件:水温在22—25℃,盐度30—32,连续微量充气。

幼虫培育密度:前期应控制在10—12粒/ml,壳高250μm后为5—6粒/ml。

换水:选育的幼虫入池后第2天开始换水,换水方法是用浮动网箱换水,所用筛绢规格视幼虫大小而定。每天换水2次,每次更换1/3—1/2的水体。

移池:每5—6天换池1次,通过移池可改善幼虫的生活环境,淘汰死亡和不健康的幼虫,除去幼虫的粪便和残饵。

投饵量:长牡蛎海大1号幼虫发育到D形幼虫时,就开始投饵,在幼虫培育前期,投喂金藻,在幼虫培育后期主要投喂金藻和扁藻为主,小球藻为辅。在幼虫培育前期,日投饵量应控制在 $1.0 \times 10^4$ — $5 \times 10^4$  cell/mL;在幼虫培育后期,一般投饵量为 $6 \times 10^4$ — $8 \times 10^4$  cell/mL,适当添加扁藻,投饵量为 $0.5$ — $1.0 \times 10^4$  cell/mL。具体的投饵量应根据镜检幼虫胃饱满度后确定。

日常记录:每天换水前测量记录水温,记录换水量、投饵时间和投饵量,观察幼虫活力和摄食情况,测量记录幼虫密度和生长情况等。

### 1.2.4 附着基的投放及采苗

当幼虫壳高平均达到330μm以上时,60%的幼虫出现眼点,开始准备投放栉孔扇贝壳附着基,进行采苗。

#### 1.2.4.1 附着基种类选择及处理

主要选用栉孔扇贝壳串,栉孔扇贝壳每串100片。附着基经稀盐酸浸泡、洗刷干净即可以投放。

#### 1.2.4.2 采苗密度:

采苗时眼点幼虫密度为 2—3 个/ml。

#### 1.2.4.3 附着基投放量:

栉孔扇贝壳按 5000 个/m<sup>3</sup> 投放。

#### 1.2.4.4 采苗后的管理:

投附着基后,除加大换水量外,其它培育管理措施与后期幼虫管理相同,具体管理技术措施如下:

培育水温:因在 5~6 月份随自然海水温度而变,一般 22—25℃。

换水:每天换水 3 次,每次 1/3 水体的量。

投饵:附着变态后,饵料主要以扁藻和小球藻为主,金藻为辅;投喂量为  $10 \times 10^4 \sim 15 \times 10^4$  cell/ml·日,分 6~8 次投喂。

日常管理:幼虫附着期间,定期观察幼虫的附着情况,记录附着天数和附苗率。

#### 1.2.4.5 附苗要求:

当每片扇贝壳附苗量最低达到 30 个以上时,立即把附着基移走,放入室外土池暂养 6~7 天后出售。而原池剩余的幼虫可继续投放扇贝壳附着基附着,直到幼虫全部附着为止。

## 2 结果

### 2.1 亲贝的促熟培育情况

亲贝经过 42 天的室内促熟培育逐渐成熟,当观察到有个别雄贝有小量流产时,说明亲贝已经接近成熟,再稳定培育 6~10 天就可以准备产卵,亲贝促熟情况见表 1。

表 1 2016 年亲贝入池时间及培养情况表

Table 1 Cultivation situation of parent shellfish in 2016

亲贝入池时间 The time of parent shellfish enter the pond	亲贝数量(个) The number of parent shellfish	蓄养水体(m <sup>3</sup> ) Volume of water	亲贝蓄养时间(天) The time of raising the parent shellfish	亲贝成活率(%) The survival rate of parent shellfish
2016. 03. 28	800	20	42	90

### 2.2 长牡蛎海大 1 号孵化和选优

#### 2.2.1 长牡蛎海大 1 号胚胎发育情况

新品种长牡蛎“海大 1 号”的成熟卵径 50—60 μm,受精后 5h30min 到达原肠胚,9h 到达担轮幼虫,19h 后发育到 D 形幼虫。

表 2 23℃条件下长牡蛎“海大 1 号”胚胎的发育时间

Table 2 The developmental time of embryo of the Pacific oyster "Haida No. 1" at 23℃

发育阶段 Developmental stage	发育时间 Developmental time
第一极体 The first polar body	12min
第二极体 The second polar body	35min
第一次分裂 The first division	1h15min
第二次分裂 The second division	2h20min
桑葚胚 Morula	3h30min
原肠胚期 Gastrula stage	5h30min
担轮幼虫 Trochophore larva	9h
D 形幼虫 D-larvae	19h

#### 2.2.2 长牡蛎海大 1 号生产性产卵、受精、孵化情况

当受精卵发育到 D 形幼虫时,立即选幼,采用 300 目筛绢网箱虹吸法选幼,在培育池中进行培育。在

水温 23℃、盐度 30 的海水中,长牡蛎海大 1 号生产性产卵、受精、孵化情况(见表 3)。

表 3 2016 年长牡蛎海大 1 号产卵、受精、孵化情况表

Table 3 The situation of spawning fertilization and incubation of the Pacific oyster "Haida No. 1" in 2016

年份 ime	测量项目 Measured items	亲贝数量(个) The number of parent shellfish	产卵总量(亿粒) The number of spawns	受精率(%) Fertilization rate	D 幼孵化率(%) Hatchery rate	选幼量(亿粒) The number of chosen larvae
	2016. 5. 10		700	80	96.0	90

从表 3 可见,由于亲贝性腺发育成熟好,精、卵质量好,受精率和孵化率较高。长牡蛎海大 1 号受精卵洗卵与不洗卵孵化率效果比较(见表 4)。

表 4 海大 1 号新品种受精卵不同密度下洗卵与不洗卵孵化效果比较

Table 4 Comparison on effects between washing spawns and not under different densities

孵化方式 atching method	孵化密度 atching ensity	60(个/mL) 60per milliliter	80(个/mL) 80per milliliter	100(个/mL) 100per milliliter
	不洗卵 Nowashing spawns		50	45
洗卵(3 次) Washing spawns(three times)		90	85	80

从表 4 可见,长牡蛎海大 1 号受精卵在不同密度下洗卵与不洗卵下,受精卵的孵化率差异显著,洗卵后的孵化率明显高于不洗卵。

### 2.3 海大 1 号新品种幼虫生长情况

2016 年长牡蛎海大 1 号幼虫生长情况(见图 1),共测量 20 天,而成活率是以开始的密度和投附着基时密度比计算出的,2016 年成活率为 75%。

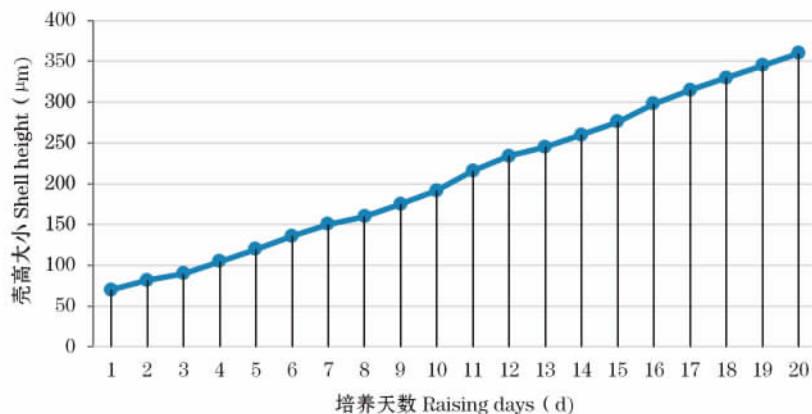


图 1 长牡蛎海大 1 号幼虫生长发育情况

Fig. 1 Growth and development situation of the Pacific oyster "Haida No. 1"

### 2.4 采苗情况:

幼虫经过 20 天的培育,当眼点幼虫出现比率达到 60% 以上时,开始投放栉孔扇贝壳附着基,根据附着情况持续投放 20 天,其附苗结果(见表 5)。

表 5 2016 年眼点幼虫附着变态情况表  
Table 5 Adherence and metamorphosis of eyebot larvae in 2016

测量项目 Measured items	附着基投放量( $10^4$ 片) The number of adherence base ( $10^4$ pieces)	附着变态率(%) The rate of metamorphosis	每壳附苗数(粒) The number of juvenile per shell	出苗量(亿粒) Production
时间 Time				
2016.05.31—06.20	1860	45	52	9.67

从 2016 年共获得  $500\mu\text{m}$  以上大小的牡蛎稚贝苗 1860 万片,出附着稚贝苗 9.67 亿粒,实现了长牡蛎海大 1 号新品种规模化人工育苗生产的成功。

### 3 分析与讨论

#### 3.1 长牡蛎海大 1 号新品种亲贝促熟培育的探讨

长牡蛎“海大 1 号”属软体动物门、双壳纲、珍珠目、牡蛎科、巨蛎属,学名为 *Crassostrea gigas*。适合于长江以北等沿海养殖<sup>[1]</sup>。该品种贝壳长形、规则,外套膜边缘厚,黑色明显;在相同养殖条件下,15 月龄平均壳高较普通商品苗种养殖的提高 16.2%,总湿重提高 24.6%,出肉率提高 18.7%,壳型整齐度明显优于普通商品长牡蛎。长牡蛎海大 1 号是从遗传多样性水平较高的山东乳山海区自然采苗养殖的长牡蛎群体中作为选育基础群体,具有普通长牡蛎的特征,因此,亲贝促熟培育和普通牡蛎升温促熟培育一致,但根据我们多年牡蛎育苗经验,长牡蛎海大 1 号新品种亲贝培育积温较普通长牡蛎<sup>[2-4]</sup>高出 200—300℃,这样产出的卵子质量好,孵化率高,幼虫易培养生长发育好。

#### 3.2 长牡蛎海大 1 号新品种胚胎发育速度、孵化情况的影响

本研究中,新品种长牡蛎“海大 1 号”成熟卵径为 50—60 $\mu\text{m}$ ,与王如才<sup>[1]</sup>研究的普通长牡蛎的研究结果一致,但其胚胎发育速度方面,海大 1 号新品种 19h 后发育到 D 形幼虫,胚胎发育速度比王如才<sup>[1]</sup>等的研究要快 2—3h。

长牡蛎海大 1 号新品种受精卵孵化率除了与亲贝成熟度有关外,在保证亲贝充分成熟的条件下,及时洗卵、适时分池是提高受精卵孵化率的重要措施,长牡蛎海大 1 号亲贝在产卵、排精过程中,排放大量精液,在高温下很易腐败,影响孵化水质,导致孵化率大大降低。通过及时挑出雄贝、洗卵、充气捞泡沫和分池加入大量新鲜过滤海水,控制孵化密度在 50—80 cell/mL 等技术措施,孵化率可达 85%以上,比不洗卵孵化率提高 30%—45%。这与在太平洋牡蛎<sup>[5-6]</sup>上研究结果一致。

#### 3.3 长牡蛎海大 1 号幼虫发育及成活的探讨

长牡蛎海大 1 号幼虫在 22—25℃条件下经过 18 天的培育,平均壳高达到 300 $\mu\text{m}$ ,幼虫出现眼点,培育 20 天时,60%以上的长牡蛎幼虫出现眼点,平均壳高达到 330 $\mu\text{m}$ 左右,开始投放贝壳附着变态,幼虫生长发育速度和于瑞海、李华琳<sup>[5,7]</sup>等的研究一致,二者之间没有差异。但在整个幼虫培育期间的成活率,长牡蛎海大 1 号新品种幼虫成活率为 75%,没有出现太平洋牡蛎幼虫在 130—160 $\mu\text{m}$ 时大量死亡的问题<sup>[3,5,7]</sup>,比曾名江<sup>[8]</sup>幼虫培育期间的成活率提高了 34%,这可能与长牡蛎海大 1 号新品种种质优良有关。

#### 3.4 长牡蛎海大 1 号新品种附着变态率的探讨

与普通长牡蛎相比,长牡蛎海大 1 号眼点幼虫在附着变态的大小方面没有差异,但在附着变态率方面,海大 1 号新品种附着变态率为 45%,明显高于于瑞海、李华林、曾明江<sup>[5,7-8]</sup>等在太平洋牡蛎人工育苗中的附着变态率,而且没有出现附着变态后发生脱苗现象,这主要与长牡蛎海大 1 号是经过多代连续选育出的新品种,示范推广时间不长,遗传多样性丰富有关。

## 4 结论

总之,本文以长牡蛎海大 1 号新品种为材料,研究了其在亲贝促熟培育、孵化、幼虫培育及采苗等育

苗技术措施, 培育出壳高 0.5mm 以上的附着稚贝 9.67 亿粒, 单位水体出苗量  $32.4 \times 10^4$  粒/ $m^3$ , 为其规模化人工育苗打下坚实基础, 和普通长牡蛎相比, 长牡蛎海大 1 号新品种在成活率及变态率方面, 表现出明显生长优势, 显示出长牡蛎海大 1 号新品种优越性。

### 参考文献

- [1] 王如才, 王昭萍. 海水贝类养殖学[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2008.
- [2] 蔡德泉, 李健. 太平洋牡蛎室内控温育苗技术[J]. 青岛: 海洋湖沼通报, 1997(2): 59-63.
- [3] 吕豪, 李大成, 等. 太平洋牡蛎控温条件下性腺发育、条件指数与积温的关系[J]. 北京: 中国水产科学, 1998, 5(1): 18-24.
- [4] 隋锡林, 王志松, 等. 影响太平洋牡蛎人工苗种培育的主要因子[J]. 大连: 大连水产学院学报, 1997, 12(4): 13-18.
- [5] 于瑞海, 姜春丽, 等. 太平洋牡蛎高产育苗技术研究, 黄渤海海洋, 1996, 14(4): 56-60.
- [6] 于瑞海, 王昭萍, 等. 太平洋牡蛎人工育苗稳产高产技术的探讨[J]. 烟台: 齐鲁渔业, 2001, 18(5): 27-29.
- [7] 李华琳, 李文姬, 等. 太平洋牡蛎室内育苗技术[J]. 水产科学, 2005, 24(8): 41-42.
- [8] 曾明江. 关于太平洋牡蛎的养殖技术之二: 太平洋牡蛎工厂化育苗技术的研究[J]. 北京: 中国水产, 2000(08): 37.

## Studies on the Techniques of Large-scale Artificial Reproduction of the Pacific Oyster "Haida No. 1"

LI Lingwei<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>1</sup>, MA Peizhen<sup>1</sup>, YU Ruihai<sup>1\*</sup>, LI Qi<sup>1</sup>, and Li Pengfei<sup>2</sup>

(1. Fisheries college, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

(2. LaizhouChangyu Aquatic Co., LTD, Yantai 264100, China)

**Abstract:** This paper deals with the scale production of the new Pacific oyster species "Haida No. 1" by artificial breeding. After enriched and cultured by artificial heating, and eventually sexual maturity, the parental oysters were stimulated by drying and heating water to collect the mature sperm and ovum. Comparative experiment of hatching was carried out. In order to make the larvae to develop into eye-spot ones smoothly, the larvae density should be kept sensibly and the food of single-celled algae should be fresh, without any pollution and with the breeding managed scientifically. The chlamys shell adherence base and the metamorphosis rate of the eye-larvae reached about 45%. Ultimately, the total number of the juvenile with shell height over 0.5mm reached 967 million and the production per cubic meter was about  $32.4 \times 10^4$ , which indicates the success of scale production of breeding the Pacific oyster "Haida No. 1" species.

**Key words:** The Pacific oyster "Haida No. 1"; artificial breeding; hatch; collection of seedling; Adherence; Scale production