

文章编号: 1000-0615(2016)12-1883-06

DOI: 10.11964/jfc.20151110150

熊本牡蛎无嵴和多嵴品系生产性状比较

张跃环^{1,2}, 秦艳平^{1,2}, 武祥伟^{1,2}, 周颖力^{1,2}, 肖述^{1,2}, 李军^{1,2},
张扬^{1,2}, 马海涛^{1,2}, 向志明^{1,2}, 喻子牛^{1,2*}

(1. 中国科学院南海海洋研究所, 热带海洋生物资源与生态重点实验室,
广东省应用海洋生物学重点实验室, 广东广州 510301;
2. 南海生物资源开发与利用协同创新中心, 广东广州 510275)

摘要: 为了评估熊本牡蛎左壳放射嵴有无对其生产性能的影响, 于2013年5月, 以熊本牡蛎湛江群体子一代作为基础群体, 筛选出无嵴及多嵴品系, 采用繁殖生物学方法, 比较了两个品系的表型性状差异。结果显示, 野生群体中, 多嵴亲本规格略大于无嵴亲本, 鲜重、壳重及怀卵量均显著大于无嵴亲本; 两个品系的受精孵化参数、D型幼虫大小及变态规格彼此间无显著差异; 多嵴品系存活力及生长潜力在幼虫及养成期间显著高于无嵴品系。中间育成期间, 湛江及大风江牡蛎养殖区环境对两品系生长性状造成了一定程度影响, 表现出明显的环境效应, 但是对存活力尚未造成影响。熊本牡蛎左壳放射嵴无相对于有是显性性状, 主要受到一对显性基因控制, 而多嵴性状是隐性性状, 可以稳定遗传。研究为熊本牡蛎多嵴品系培育及其左壳放射嵴遗传机制奠定了坚实的理论基础与实践经验。

关键词: 熊本牡蛎; 放射嵴; 生长; 存活; 变态

中图分类号: S 968.3

文献标志码: A

熊本牡蛎(*Cassostrea sikamea*), 属于软体动物门(Mollusca), 双壳纲(Bivalve), 牡蛎目(Osteroidea), 原产于东南亚, 分布在日本、韩国及我国江苏南通以南, 浙江、福建、广东、广西、海南等地, 均为野生种, 喜好高温、中高盐环境, 即咸淡水区域中偏咸区域, 主要产地集中在海湾及河口区域, 属亚热带及热带牡蛎经济种, 与香港牡蛎(*C. hongkonensis*)、近江牡蛎(*C. rirularis*)、葡萄牙牡蛎(*C. angulata*)、僧帽牡蛎(*Ostrea cucullata*)等有生活重叠区^[1]。它在华南沿海繁殖季节主要集中在4—10月, 具有性腺发育速率快、周年均可以繁殖等优点。在我国是仅次于香港牡蛎、葡萄牙牡蛎、长牡蛎(*C. gigas*)的第四类重要牡蛎经济种, 年产量在10万t左右, 均为野生采捕^[2]。

熊本牡蛎虽然个体较小, 但是味道鲜美, 在美国其单个活体价格较高, 为长牡蛎、美洲牡蛎(*C. virginica*)2倍左右。在日本, 由于熊本牡蛎个体小, 被称为“侏儒”牡蛎, 尚未实现熊本牡蛎商业化开发^[3]。在我国, 熊本牡蛎又被称为蚝蛎、黄蛎、铁丁蚝等, 其鲜肉价格为香港牡蛎的1.5~2.0倍, 长牡蛎的2~3倍, 葡萄牙牡蛎的3~4倍, 是我国巨蛎属中个头较小、经济价值最高、最有商业开发潜力的一种牡蛎^[4]。

目前, 熊本牡蛎的人工繁育在美国、日本、我国均有报道^[1, 5-7], 但关于熊本牡蛎遗传育种的研究主要集中在它与近江牡蛎、长牡蛎、葡萄牙牡蛎的种间杂交上^[8-11]。熊本牡蛎在野生状态下形态千差万别, 主要受到环境影响, 尤其是左壳放射嵴的有无及其数目存在明显差异^[3]。

收稿日期: 2015-11-10 修回日期: 2016-05-09

资助项目: 广东省科技厅项目(2016A020208011; 2016B020233005); 广东省海洋与渔业局项目(A201501B03; A201501A07; A201601A04); 国家农业贝类产业技术体系建设专项(CARS-48)

通信作者: 喻子牛, E-mail: carlzyu@scsio.ac.cn

为此, 本实验根据熊本牡蛎放射嵴有无划分出无嵴品系及多嵴品系, 采用单体养成的方法比较了两个品系生产性能, 旨在为熊本牡蛎新品种培育及放射嵴遗传机制研究奠定理论基础和实践经验。

1 材料与方 法

1.1 亲本来源

于2013年5月初, 以2012年5月生产的湛江群体熊本牡蛎单体作为基础群体, 按照放射嵴多少, 将熊本牡蛎划分为3类, 分别为无嵴品系(放射嵴=0个)、寡嵴品系(放射嵴≤5个)、多嵴品系(放射嵴≥6个)^[4]。为了确保熊本牡蛎物种单一性, 采用线粒体DNA的CO I 基因与核基因ITS对每个个体进行物种鉴定, 筛选出的无嵴亲本536个, 多嵴亲本627个。

1.2 受精孵化

采用阴干流水刺激进行人工催产, 获得无嵴及多嵴品系幼虫, 受精卵密度控制在120~200个/mL, 胚胎孵化密度控制在30~50个。孵化期间, 水温26.5~27.3 °C, 盐度20, pH 8.02~8.17。

1.3 幼虫、稚贝培育及养成

分别保留无嵴和多嵴品系的D型幼虫3.6亿个, 放置在6个20 m³水泥池中培养, 幼虫培养密度控制在6个/mL, 多余D型幼虫全部放掉。幼虫培育期间, 盐度控制在20~25; 幼虫变态以后, 稚贝培养时的盐度控制在15~20。室内培育期间, 6日龄以前, 投喂云微藻, 之后混合投喂云

微藻和角毛藻(体积比=1:1), 投饵料视摄食情况而定。当幼虫出现鳃原基、眼点、足时, 利用波纹板采苗。60日龄时, 稚贝壳高在10 mm左右, 轻轻剥离下来, 装入5 mm网孔塑料袋中在湛江东海岛牡蛎养殖区及大风江牡蛎养殖区进行中间育成, 每袋密度控制在240~300个。随着稚贝生长, 定期调整密度, 最后更换至10 mm的扇贝笼中养成, 密度控制在每层50~60个。

1.4 指标测定

参照张跃环等^[12]研究方法测量了牡蛎亲本的壳高、壳长、壳宽、鲜重、壳重及怀卵量, 孵化参数、D型幼虫, 变态规格、15日、90日龄、360日龄子代的壳高, 包括360日龄子代鲜重, 及其15日龄、90日龄、360日龄对应的存活率。

1.5 数据分析

将卵径、壳高、变态时间均转化对数lg, 受精率、存活率、变态率均转化为反正弦函数Asin。用SPSS 19.0统计软件对数据进行分析处理, 不同实验组间数据的比较采用单因素方差分析方法(One-Way ANOVA), 用Turkey氏法进行组间多重比较, 差异显著性设置为 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 亲本形态

无嵴品系亲本的壳高显著小于多嵴品系($P<0.05$), 但是壳长与壳宽彼此间无显著差异($P>0.05$) (表1)(图1-a, 图1-b); 且无嵴品系亲本的鲜重、壳重及怀卵量均显著少于多嵴品系(表1)($P<0.05$)。

表 1 两种熊本牡蛎亲本大小、怀卵量比较

Tab. 1 The size and fecundity of two strains *C. sikamea*

| 类型 type | 壳高/mm shell height | 壳长/mm shell length | 壳宽/mm shell width | 鲜重/g wet weight | 壳重/g shell weight | 怀卵量/(10 ⁴ /个) fecundity |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 无嵴品系 non-ridge | 46.20±4.55 ^a | 32.59±3.17 ^a | 20.09±2.05 ^a | 22.80±3.45 ^a | 12.75±1.59 ^a | 752.37±116.26 ^a |
| 多嵴品系 multi-ridge | 50.41±4.93 ^b | 33.66±3.52 ^a | 21.72±2.26 ^a | 30.23±3.86 ^b | 18.31±1.92 ^b | 876.59±143.78 ^b |

注: 表中每列字母不同表示差异显著($P<0.05$), 下同

Notes: The different letters indicate the significant difference in each column ($P<0.05$), the same below

2.2 受精孵化

无嵴品系及多嵴品系的卵径极其相似, 彼此间无显著差异($P>0.05$); 两种牡蛎品系的受精率及孵化率均在90%以上, 且无显著差异($P>0.05$) (表2)。两品系D型幼虫大小相似, 彼此间无显著

差异($P>0.05$)(表3)。

2.3 存活性状

幼虫培养期间, 15日龄时, 多嵴品系存活率及变态率均显著高于无嵴品系($P<0.05$); 稚贝培育期间, 90日龄时, 在湛江及大风江的两品系



图 1 无嵴和多嵴亲本及子代左壳外观图

a.无嵴亲本; b.多嵴亲本; c.无嵴品系子代; d.多嵴品系子代

Fig. 1 The appearance of the left shell for two strain oyster parents and progeny

a. non-ridge patents; b. multi-ridge parents; c. non-ridge progeny; d. multi-ridge progeny

表 2 两种熊本牡蛎品系卵径、受精率、孵化率、变态率及存活率(15日、90日和360日龄)比较

Tab. 2 Egg diameter, fertilization rate, hatching rate, metamorphosis rate and survival (day 15, day 90 and day 360) of two oyster strains

| 地点 site | 类型 type | 卵径/ μm egg diameter | 受精率/% fertilization rate | 孵化率/% hatching rate | 15日龄/% day 15 | 变态率/% metamorphosis | 90日龄/% day 90 | 360日龄/% day 360 |
|--------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 湛江 | 无嵴品系 non-ridge | 43.25 \pm 0.98 ^a | 95.67 \pm 1.44 ^a | 93.25 \pm 2.08 ^a | 75.44 \pm 5.38 ^a | 62.13 \pm 4.26 ^a | 90.25 \pm 3.24 ^a | 81.77 \pm 5.67 ^a |
| Zhanjiang | 多嵴品系 multi-ridge | 43.36 \pm 0.96 ^a | 96.13 \pm 1.52 ^a | 93.87 \pm 1.95 ^a | 82.77 \pm 6.03 ^b | 74.66 \pm 5.18 ^b | 91.66 \pm 2.87 ^a | 87.63 \pm 4.92 ^b |
| 大风江 | 无嵴品系 non-ridge | | | | | | 93.77 \pm 2.55 ^a | 82.46 \pm 5.47 ^a |
| Dafeng River | 多嵴品系 multi-ridge | | | | | | 94.38 \pm 2.96 ^a | 86.53 \pm 5.30 ^b |

表 3 两种熊本牡蛎品系幼虫、稚贝、成体大小比较

Tab. 3 The size of larvae, spat and adult of two oyster strains

| 地点 site | 类型 type | D型幼虫/ μm D-larvae | 15日龄壳高/ μm shell height of day 15 | 变态规格/ μm metamorphic size | 90日龄壳高/mm shell height of day 90 | 360日龄壳高/mm shell height of day 360 | 360日龄鲜重/g wet weight of day 360 |
|--------------|------------------|---------------------------------|--|--|--|--|---------------------------------------|
| 湛江 | 无嵴品系 non-ridge | 62.45 \pm 1.23 ^a | 311.63 \pm 30.85 ^a | 356.43 \pm 10.27 ^a | 27.85 \pm 3.09 ^a | 50.85 \pm 5.67 ^b | 16.40 \pm 3.27 ^b |
| Zhanjiang | 多嵴品系 multi-ridge | 62.76 \pm 1.25 ^a | 327.68 \pm 31.46 ^b | 357.25 \pm 9.68 ^a | 31.46 \pm 3.77 ^b | 57.79 \pm 6.32 ^c | 25.16 \pm 3.83 ^c |
| 大风江 | 无嵴品系 non-ridge | | | | 25.32 \pm 2.71 ^a | 45.67 \pm 4.83 ^a | 12.66 \pm 2.24 ^a |
| Dafeng River | 多嵴品系 multi-ridge | | | | 27.66 \pm 2.93 ^a | 50.26 \pm 5.16 ^b | 17.89 \pm 3.09 ^b |

存活率均较高,且彼此间无显著差异($P>0.05$);养成期间,360日龄时,在湛江及大风江,多嵴品系的存活率均显著高于无嵴品系($P<0.05$)(表2)。

2.4 生长性能

幼虫培养期间,15日龄时,多嵴品系壳高显著大于无嵴品系($P<0.05$);稚贝培育期间,90日龄时,湛江养殖区的多嵴品系生长显著快于无嵴品系($P<0.05$),但大风江养殖区两品系间无显著差异($P>0.05$);养成期间,360日龄时,在湛江及大风江,多嵴品系的壳高及鲜重均显著高于无嵴品系($P<0.05$),且湛江养殖区的熊本牡蛎均大于大风江养殖区(表3)。

2.5 放射嵴遗传规律分析

在湛江养殖区随机抽取两品系各100个个体,无嵴品系子代出现了性状分离,有73个个体表现为无嵴,27个为多嵴子代(表4),无嵴与多嵴的分离比为2.70:1.00,接近3:1, χ^2 值为0.21(表5);而多嵴品系子代均为多嵴,说明多嵴性状可以稳定遗传。在大风江养殖区也分别随机抽取100个个体,无嵴品系子代也出现了性状分离,81个子代表现为无嵴,19个为多嵴子代,无嵴与多嵴的分离比为4.60:1.00,略偏离3:1, χ^2 值为1.92(表5);但多嵴品系子代100%表现出多嵴性状(图1-c, 1-d)。

表4 两种熊本牡蛎品系子代贝壳形态比较

| 地点 site | 类型 type | 无嵴 non-ridge | 多嵴 multi-ridge |
|------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 湛江 Zhanjiang | 无嵴品系 non-ridge | 73 | 27 |
| | 多嵴品系 multi-ridge | 0 | 100 |
| 大风江 Dafeng River | 无嵴品系 non-ridge | 81 | 19 |
| | 多嵴品系 multi-ridge | 0 | 100 |

表5 无嵴品系子代遗传分离规律的 χ^2 检验

| 地点 site | 无嵴:多嵴 分离理论值 theoretical value | 无嵴:多嵴 分离实际值 actual value | χ^2 值 χ^2 value | P值 P value |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|
| 湛江 Zhangjiang | 3.00:1.00 | 2.70:1.00 | 0.21 | 0.35 |
| 大风江 Dafeng River | 3.00:1.00 | 4.26:1.00 | 1.92 | 0.83 |

3 讨论

3.1 亲本间表型差异

由于牡蛎外部形态受环境因素影响较大,在外部形态上,熊本牡蛎贝壳形态千差万别,尤其是在左壳放射嵴有无及其数目上具有明显的差异。在美国,生产商为从外观上有效地区分熊本牡蛎与长牡蛎,生产出的熊本牡蛎近乎100%均为多嵴品系,但仍存在极个别的无嵴品系^[3-4]。这种放射嵴有无及其数目是否可以稳定遗传,还是由环境塑造的,成为本实验的主要内容之一。实验以湛江野生群体熊本牡蛎为基础群体,筛选出无嵴及多嵴品系,进行生产性能测试。通过对其亲本的测试,发现多嵴品系规格、怀卵量均大于无嵴品系,这说明两个品系间存在着一定程度的经济性状差异。这一点与以往关于不同壳型菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)存在着表型差异的结果相似^[13-14]。

3.2 生产性状分析

贝壳形态不仅仅是一个表型差异,而且还与其生长、存活等经济性状具有一定的相关性^[15]。本实验证实了两个品系熊本牡蛎的存活力略有差异,多嵴品系在幼虫期间及养成期间存活率显著高于无嵴品系,其他阶段二者间均无显著差异。两个牡蛎品系的存活力在两种环境下,多嵴品系存活性能均优于无嵴品系,但尚未表现出明显的环境效应,说明熊本牡蛎具有较强的环境耐受力。从其生长性状上看,多嵴品系生长快于无嵴品系,尤其是在养成期的鲜重指标上最为明显,可能受到不同环境中饵料来源、种类、水质理化因子等影响,表现出明显的环境效应。

3.3 放射嵴遗传机制解析

从熊本牡蛎左壳放射嵴遗传规律解析中发现,无嵴品系子代出现了遗传分离,分离出两种形态类型,即无嵴性状及多嵴性状,在两个不同养殖区,无嵴相对多嵴性状子代数目的比均接近3:1,说明无嵴特征是显性性状,且其无嵴亲本中大约一半左右处于杂合状态。多嵴品系子代100%均为多嵴性状,说明多嵴现象为隐性性状,其子代具有稳定遗传特性^[13-14]。但熊本牡蛎的左壳放射嵴需要牡蛎生长至3 cm左右才表现出来,所以在选择育种时,一定要等牡蛎长成

成体再进行选择, 否则, 过早选择容易造成误判, 容易将多嵴品系子代当成无嵴品系。再就是在进行牡蛎选择育种时, 需要采用单体养殖模式来进行, 以消除环境对其形态的影响, 保证选择育种的时效性。总之, 以左壳放射嵴多少来区分熊本牡蛎, 具有较好的遗传改良效应, 这为熊本牡蛎良种培育提供了理论基础及实践经验。

参考文献:

- [1] 张跃环, 肖述, 张扬, 等. 一种适用于华南沿海盐度渐变式熊本牡蛎室内大规模人工繁育新方法: 中国, 201410037056.4[P]. 2014-05-21.
Zhang Y H, Xiao S, Zhang Y, *et al.* A method of the larger scale artificial breeding of *Crassostrea sikamea* seeds: China, 201410037056.4[P]. 2014-05-21 (in Chinese).
- [2] 张跃环, 王昭萍, 喻子牛, 等. 养殖牡蛎种间杂交的研究概况与最新进展[J]. 水产学报, 2014, 38(4): 613-624.
Zhang Y H, Wang Z P, Yu Z N, *et al.* A recent review of interspecific hybridization among cultivated oysters[J]. Journal of Fisheries of China, 2014, 38(4): 613-624 (in Chinese).
- [3] Sekino M. In search of the Kumamoto oyster *Crassostrea sikamea* (Amemiya, 1928) based on molecular markers: is the natural resource at stake[J]. Fisheries Science, 2009, 75(4): 819-831.
- [4] 张跃环, 肖述, 向志明, 等. 一种以左壳放射嵴数目为标记的熊本牡蛎制种方法: 中国, 201410153760.6[P]. 2014-07-30.
Zhang Y H, Xiao S, Xiang Z M, *et al.* A breeding method marked by the number of left shell radiation ribs for *Crassostrea sikamea*: China, 201410153760.6[P]. 2014-07-30 (in Chinese).
- [5] 李琪, 王卫军, 丛日浩, 等. 一种熊本牡蛎的人工繁育方法: 中国, 201210296474.6[P]. 2012-11-07.
Li Q, Wang W J, Cong R H, *et al.* A method of artificial breeding of *Crassostrea sikamea*: China, ZL201210296474.6 [P]. 2012-11-07 (in Chinese).
- [6] Robinson A. Gonadal cycle of *Crassostrea gigas* kumamoto (Thunberg) in Yaquina Bay, Oregon and optimum conditions for broodstock oysters and larval culture[J]. Aquaculture, 1992, 106(1): 89-97.
- [7] 吕晓燕. 熊本牡蛎人工繁育与长牡蛎单体苗种培育技术研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013: 14.
Lv X Y. Studies on the techniques of artificial reproduction of the *Crassostrea sikamea* and cultivation of the cultchless spat of *Crassostrea gigas*[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013: 14 (in Chinese).
- [8] Xu F, Zhang G F, Liu X, *et al.* Laboratory hybridization between *Crassostrea ariakensis* and *C. sikamea*[J]. Journal of Shellfish Research, 2009, 28(3): 453-458.
- [9] Xu F, Li L, Wang J F, *et al.* Use of high-resolution melting analysis for detecting hybrids between the oysters *Crassostrea sikamea* and *C. angulata* reveals bidirectional gametic compatibility[J]. Journal of Molluscan Studies, 2014, 80(4): 435-443.
- [10] 苏家齐, 王昭萍, 张跃环, 等. 葡萄牙牡蛎与熊本牡蛎种间配子亲和力和合子育性分析[J]. 水产学报, 2015, 39(3): 353-360.
Su J Q, Wang Z P, Zhang Y H, *et al.* Analysis of gamete compatibility and zygote fertility for *Crassostrea angulata* and *Crassostrea sikamea*[J]. Journal of Fisheries of China, 2015, 39(3): 353-360 (in Chinese).
- [11] 滕爽爽, 李琪, 李金蓉. 长牡蛎(*Crassostrea gigas*)与熊本牡蛎(*C. sikamea*)杂交的受精细胞学观察及子一代的生长比较[J]. 海洋与湖沼, 2010, 41(6): 914-922.
Teng S S, Li Q, Li J R. Cytological observations of nuclear behavior and comparative growth of the hybrids between *Crassostrea gigas* and *C. sikamea*[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2010, 41(6): 914-922 (in Chinese).
- [12] 张跃环, 王昭平, 闫喜武, 等. 香港巨牡蛎和长牡蛎幼虫及稚贝的表型性状[J]. 生态学报, 2012, 32(4): 1105-1114.
Zhang Y H, Wang Z P, Yan X W, *et al.* Phenotypic traits of both larvae and juvenile *Crassostrea hongkongensis* and *C. gigas*[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(4): 1105-1114 (in Chinese).
- [13] 闫喜武, 张跃环, 金晶宇, 等. 大连群体两种壳型菲律宾蛤仔的双列杂交[J]. 水产学报, 2009, 33(3): 389-395.
Yan X W, Zhang Y H, Jin J Y, *et al.* The diallel cross of Manila clam *Ruditapes philippinarum* of two shell shapes of Dalian population[J]. Journal of Fisheries of China, 2009, 33(3): 389-395 (in Chinese).
- [14] 张跃环, 闫喜武, 杨凤, 等. 菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 大连群体两种壳型家系生长发育比较[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4246-4252.

- Zhang Y H, Yan X W, Yang F, *et al.* Comparison of growth and development of two shell shape lines of Dalian-population Manila clam[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(9): 4246-4252 (in Chinese).
- [15] 闫喜武, 张跃环, 霍忠明, 等. 不同壳色菲律宾蛤仔品系间的双列杂交[J]. *水产学报*, 2008, 32(6): 864-875.
- Yan X W, Zhang Y H, Huo Z M, *et al.* The study on diallel cross of different shell color strains of Manila clam *Ruditapes philippinarum*[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2008, 32(6): 864-875 (in Chinese).

Evaluation of phenotypic traits of two strains of the Kumamoto oyster (*Crassostrea sikamea*)

ZHANG Yuehuan^{1,2}, QIN Yanping^{1,2}, WU Xiangwei^{1,2}, ZHOU Yingli^{1,2}, XIAO Shu^{1,2}, LI Jun^{1,2}, ZHANG Yang^{1,2}, MA Haitao^{1,2}, XIANG Zhiming^{1,2}, YU Ziniu^{1,2*}

(1. Key Laboratory of Tropical Marine Bio-resources and Ecology, Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Marine Biology, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China;

2. South China Sea Bio-Resource Exploitation and Utilization Collaborative Innovation Center, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The phenotypic traits of two strains the Kumamoto oyster *Crassostrea sikamea* were evaluated by the reproductive biology method according to the number of radiation ribs from left shell with the Zhangjiang population as base stocks in May 2013. Results showed that the fresh weight, shell weight and fecundity of multi-radial ridge parents were significantly greater than those of non-radial ridge, while no significant difference in the egg diameter, fertilization rate, hatching rate, D larval size and metamorphic size was found between two strains. However, the survival ability and growth potential of multi-radial ridge strain were both better than those of non-radial ridge strain. Growth traits of two strains were affected by the culture conditions, while hardly any effect was observed on the viability of the environment during grow-out stage at two different sites. The radial ridge of the left shell of oyster is dominant and it is mainly controlled by a dominant gene, while the multi-ridge trait is recessive trait, which can be stably inherited. This study provided a solid theoretical foundation and practical experience for the cultivation of the multi-ridge culture and the genetic mechanism of the left shell of the oyster.

Key words: *Crassostrea sikamea*; radiation ribs; growth; survival; metamorphosis

Corresponding author: YU Ziniu. E-mail: carlzyu@scsio.ac.cn

Funding projects: Science and Technology Project of Guangdong Province (2016A02028011, 2016B020233005); Project of Guangdong Provincial Oceanic and Fishery Administration (A201501B03, A201501A07, A201601A04); China Agricultural Shellfish Industry Technology System Project (CARS-48)