

文章编号:1000-0615(2008)06-0876-08

海湾扇贝“中科红”品种与普通养殖群体 不同温度下早期性状的比较

许 飞^{1,2}, 郑怀平¹, 张海滨¹, 刘 晓¹, 张国范¹

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:采用自交、杂交和混交等不同的交配方式分别获得海湾扇贝“中科红”品种和普通养殖群体(对照组)的受精卵和幼虫,在 20℃、23℃和 26℃三个温度条件下培养,比较了两个群体在不同温度下的孵化率、10 日龄幼虫存活率、1 日龄和 10 日龄幼虫壳长。实验结果表明:“中科红”海湾扇贝自交系、杂交系和混交系的孵化率均大于对照组。自交系 10 日龄幼虫存活率显著高于对照组($P < 0.05$),而杂交系和混交系的 10 日龄幼虫存活率小于对照组,但差异不显著($P > 0.05$)。“中科红”海湾扇贝自交系($P < 0.05$)和混交系幼虫的 1 日龄壳长大于对照组,杂交系的显著小于对照组($P < 0.05$)。幼虫生长 10 日后,“中科红”海湾扇贝自交系、杂交系($P < 0.05$)和混交系幼虫壳长均比对照组大,表现了较强的生长优势。温度对 4 个性状均有显著影响($P < 0.05$)。“中科红”海湾扇贝对低温(20℃)和高温(26℃)的耐受性均高于对照组。

关键词:海湾扇贝;“中科红”品种;幼虫;交配方式;早期性状;温度

中图分类号:S 968.3

文献标识码:A

海湾扇贝(*Argopecten irradians*)自 1982 年首次引入中国^[1],如今已经成为水产养殖及海洋生物学研究的重要物种。国内对海湾扇贝的育种工作开展较晚。1992-1993 年海湾扇贝的大规模死亡^[2]促进了遗传育种工作的开展。进入 21 世纪以后,陆续发表了大量关于海湾扇贝遗传育种的文献^[3-6]。

“中科红”海湾扇贝是中国科学院海洋研究所贝类遗传与育种实验室经过多年定向选育培育出的海湾扇贝国家级新品种。“中科红”海湾扇贝成贝壳色鲜艳,出肉率高,具有很好的养殖潜力。掌握“中科红”海湾扇贝的生物学特性及其在生产性状上的优势有利于该新品种的有效利用。本实验针对 10 日龄以前的海湾扇贝幼虫进行了不同温度下的对比实验,以对“中科红”海湾扇贝的生长

存活情况进行检验。

1 材料与方 法

1.1 种贝来源与促熟

实验用种贝来源于两个不同的群体,一个是经过多年选择培育的红壳色新品种——“中科红”海湾扇贝(群体 R),另一个是胶南小口子镇海湾扇贝亲贝保种海区随机抽取的普通养殖群体(群体 C)。“中科红”海湾扇贝选自 1998 年 12 月和 1999 年 2 月河北农业大学水产学院从美国麻省和弗吉尼亚两地分别引进的原种^[7],在养殖 4 代以后,于 2003 年春天开始进行 20 个橙色个体的小群体混交选育,2004 年春从 F₁ 代中选取 400 个左右的橙色个体混群繁殖,2005 年春从 F₂ 代中选取 20 个橙色个体进行小群体繁殖,其后代

收稿日期:2007-12-10

资助项目:国家自然科学基金(30671622);国家“八六三”高新技术研究发展计划(2006AA10A408);国家公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-047)

作者简介:许 飞(1982-),男,山东临沂人,博士研究生,从事海洋生物学研究,E-mail: xufei@ms.qdio.ac.cn

通讯作者:张国范,Tel: 0532-82898701,E-mail: gzfzhang@ms.qdio.ac.cn

F₃ 即为群体 R。2006 年 3 月初从两群体中随机选取的种贝在红超水产集团的扇贝育苗车间进行性腺促熟,整个促熟过程遵循无公害食品海湾扇贝养殖技术规范 NY/T 5063-2001 进行。

1.2 实验设计和处理

自交系的建立及温度实验设计 2006 年 5 月 5 日,自 R 和 C 两个群体中各取 20 个性腺成

熟的个体进行催产(表 1),自交系建立的操作方法参照张国范等^[8]。最终,“中科红”群体成功建立了 13 个自交家系,对照组群体成功建立了 11 个自交家系。受精成功后,将每个群体内的所有自交系各等量的受精卵混合,分别得到“中科红”海湾扇贝自交系 R_s(图 1)和普通养殖群体自交系 C_s。

表 1 实验使用亲本的年龄、数量及形态学数据

Tab. 1 Age, amount and morphologic data of parents used in experiment

	自交系亲本 self-fertilized parents		杂交系及混交系亲本 hybrid and mixed mating parents	
	中科红 “Zhongkehong”	对照组 control	中科红 “Zhongkehong”	对照组 control
年龄 age / month	11	14	11	14
数量 amount	13	11	8	8
壳长(±S.D.) / mm shell length	54.73±3.23	58.00±3.50	53.20±3.25	60.02±2.68
壳高(±S.D.) / mm shell height	50.99±3.51	54.89±3.26	49.94±2.43	56.30±2.70
壳宽(±S.D.) / mm shell width	21.06±1.45	25.48±2.11	21.50±1.50	26.21±2.00
全重(±S.D.) / mm total weight	21.15±2.93	32.04±5.62	22.90±3.51	34.25±4.69
软体部重(±S.D.) / mm visceral weight	7.82±1.33	12.29±2.81	6.73±1.66	9.86±2.12

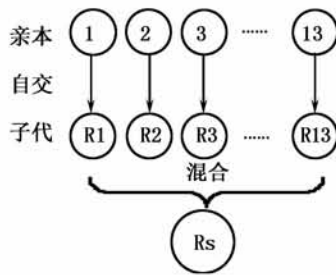


图 1 “中科红”海湾扇贝自交系(R_s)的建立方法示意图

Fig. 1 Establishment of the self-line of “Zhongkehong” scallop (R_s)

然后,以每 mL 20~30 个受精卵的密度将两种来自不同遗传背景的受精卵分别分配到装有 20 °C、23 °C 和 26 °C 砂滤海水的玻璃烧杯中进行孵化。250 mL 的烧杯装有 200 mL 的砂滤海水。每个群体在每个温度梯度下均设置 3 个重复组。24 小时后计算孵化率和 1 日龄幼虫壳长。

其余未混合的受精卵以家系名称编号,放在 40 L 塑料桶中孵化。孵化水温为 23 °C,盐度 30。24 小时后发育至 D 形幼虫,再将每个群体内的所有自交家系各取等量幼虫混合,以每 mL 10 个幼

虫的密度分配到装有 20 °C、23 °C 和 26 °C 砂滤海水的玻璃烧杯中培养。250 mL 的烧杯装有 200 mL 砂滤海水。每个群体在每个温度梯度下均设置 3 个重复组。幼虫培养过程不充气,每两天用预先配好的对应温度的新鲜海水全换水一次,换水时用 300 目筛绢过滤幼虫,洗刷清理烧杯内壁。早期每天投饵 2 次,后期每天投饵 4 次。幼虫饵料早期为等鞭金藻(*Isochrysis galbana*),后期为等鞭金藻和小新月菱形藻(*Nitzschia closterium*),在保证每个烧杯投喂量相等且足量的前提下,根据实际情况调整投喂量。10 天后测量幼虫存活率和幼虫壳长。

杂交系和混交系的建立及温度实验设计

2006 年 5 月 25 日,杂交和混交家系的建立同时进行,从两个群体中各取 8 个性腺发育成熟的个体催产(表 1),获取精子和卵子的方法参照郑怀平等^[9]。将收集到的精子和卵子定量后,取出 1/2 分别混合,得到 8 个个体的混合精子和混合卵子,向混合好的卵子内加入适量的混合精子,使得每个卵子周围有大约 10~20 个精子,这样理论上共随机产生 64 种交配组合方式,由此得到“中科红”海湾扇贝混交系 R_m(图 2-B)和普通养殖群

体混交系 C_m 。把一个群体内的 8 个个体平均分成两组(A 组和 B 组),将每一组 4 个个体剩下的 1/2 精卵分别混合,A 组的卵子用 B 组的精子授精,B 组的卵子用 A 组的精子授精,这样理论上

可以产生 32 种杂交组合方式,成功受精后把同一群体的两个杂交组混合得到“中科红”海湾扇贝杂交系 R_c (图 2-A)和普通养殖群体杂交系 C_c 。受精卵及幼虫温度梯度的实验方法同自交系。

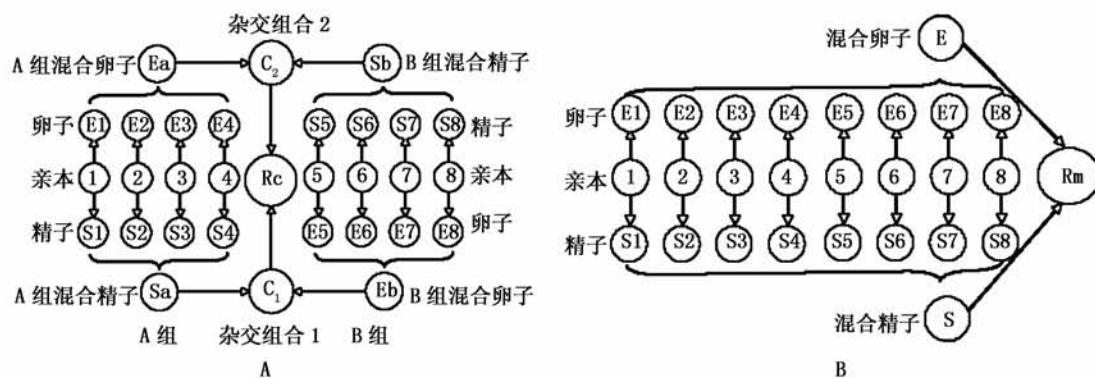


图 2 “中科红”海湾扇贝杂交系(R_c , a)和混交系(R_m , b)的建立方法示意图

Fig. 2 Establishment of the hybrid line (R_c , a) and mixed mating line (R_m , b) of “Zhongkehong” scallop

测量与统计 受精卵的孵化率和幼虫 1 日龄壳长在受精 24 h 后测量。幼虫分配梯度前测量密度,孵化后第 10 天再次测量密度及壳长。孵化出的 D 形幼虫参照何义朝等^[10]视铰合部直,幼虫壳能包严软体部者为正常。密度的测量采用随机取样的方式,把烧杯中的海水充分搅拌均匀后取 1 mL,显微镜下计数幼虫个数,重复测量三次取平均值。每个烧杯取 30 个幼虫在显微镜下(100×)使用目微尺测量,以幼虫壳前后侧的最大距离作为壳长。

对两个群体海湾扇贝在同一温度下相同交配方式产生幼虫的同一性状,使用成组数据 t 检验法(pooled t-test)进行比较。对同一群体海湾扇贝相同交配方式产生幼虫的同一性状在不同温度下的表现,使用单因素方差分析(ANOVA)。多重比较使用 Fisher's LSD t 检验。

普通线性模型(GLM)被用来分析亲本群体(parental population, P) (“中科红”群体 R 和普通群体 C)和温度(temperature, T)(20 °C、23 °C、26 °C)对孵化率、10 日龄幼虫存活率、1 日龄幼虫壳长以及 10 日龄幼虫壳长等各性状的影响,模型如下:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + (P + T)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} 是某一受测性状(孵化率、10 日龄幼虫存活率、1 日龄幼虫壳长以及 10 日龄幼虫壳长)来

自第 i 个亲本群体、第 j 个温度 k 个重复的平均值; μ 是常数项; P_i 是亲本群体对性状的影响($i = 1, 2$); T_j 是温度对性状的影响($j = 1, 2, 3$); $(P \times T)_{ij}$ 是亲本群体与温度的交互影响; e_{ijk} 是随机观测误差。

为了增加数据的正态性和方差齐性,在进行方差分析前,孵化率和幼虫存活率均被转化为反正弦函数。所有的统计分析都是用 SAS 8.0 分析软件完成,显著性设定 P 值为 0.05。

2 结果

2.1 自交系幼虫的比较

二因素方差分析表明(表 2),两个群体自交系的孵化率和 10 日龄幼虫存活率受温度的影响不显著($P > 0.05$)。两个海湾扇贝群体的自交系孵化率无显著差异($P > 0.05$)。10 日龄存活率受亲本群体来源的显著影响($P < 0.05$),“中科红”海湾扇贝的 10 日龄幼虫存活率显著大于对照组($P < 0.05$)。幼虫 1 日龄壳长受到亲本群体来源、温度及二者交互作用的显著影响($P < 0.05$),“中科红”海湾扇贝幼虫 1 日龄壳长显著大于养殖群体($P < 0.05$),26 °C 下孵化的幼虫显著大于 20 °C、23 °C 时“中科红”海湾扇贝与养殖群体幼虫孵化时的大小相似(相差 0.7 μm),但是在 20 °C(相差 2.8 μm)和 26 °C

(相差 $6.0 \mu\text{m}$)条件下,“中科红”海湾扇贝均比养殖群体孵化出的幼虫大,26℃时,优势更加明显。两群体幼虫 10 日龄的壳长差异不显著

($P>0.05$),温度对幼虫 10 日龄壳长的影响显著($P<0.05$),高温下生长的幼虫壳长大于低温下生长的幼虫(图 3)。

表 2 海湾扇贝早期性状的方差分析

Tab. 2 Analysis of variance for larvae traits of bay scallop

性状 traits	方差来源 source	df	自交 self-fertilization		杂交 hybridization		混交 mixed mating	
			MS	F	MS	F	MS	F
			群体来源 (P)	1	0.001	0.14	0.004	0.14
孵化率 Hatching rate	培养温度 (T)	2	0.005	0.78	0.028	0.96	0.283	17.9 *
	P×T	2	0.014	1.95	0.078	2.66	0.001	0.09
	群体来源 (P)	1	0.282	6.17 *	0.005	0.11	0.044	5.25 *
10 日龄存活率 10-day larval survival	培养温度 (T)	2	0.069	1.50	0.003	0.06	0.202	24.3 *
	P×T	2	0.068	1.50	0.009	0.20	0.012	1.47
	群体来源 (P)	1	454.4	15.1 *	102.8	7.16 *	0.139	0.01
1 日龄幼虫壳长 larval shell length on day 1	培养温度 (T)	2	920.6	30.7 *	411.4	28.7 *	950.4	71.1 *
	P×T	2	105.6	3.52 *	1.806	0.13	12.64	0.95
	群体来源 (P)	1	0.672	0.00	616.1	6.46 *	170.1	1.35
10 日龄幼虫壳长 larval shell length on day 10	培养温度 (T)	2	1608	4.14 *	729.9	7.65 *	1324	10.5 *
	P×T	2	643.0	1.65	109.6	1.15	201.4	1.60

注: * 表示差异有显著性 ($P<0.05$)

Notes: * indicates significant difference at $P<0.05$

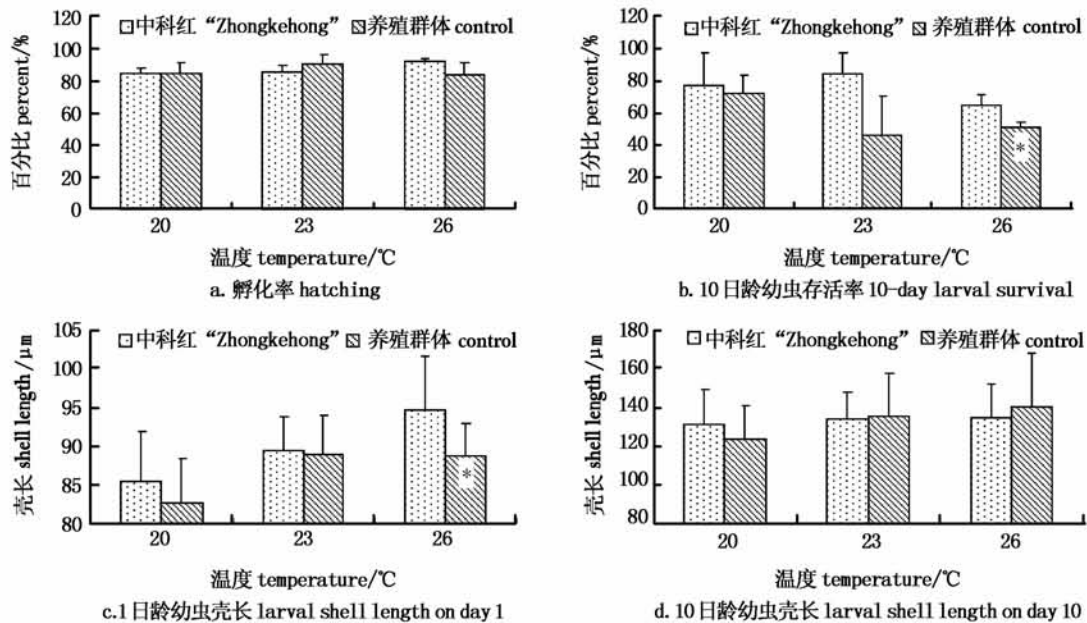


图 3 海湾扇贝“中科红”群体和对照群体自交系后代在 20℃、23℃和 26℃条件下的早期性状比较
柱头的 * 表示对照组的性状在相应温度下与“中科红”海湾扇贝的性状具有显著性差异($P<0.05$)。

Fig. 3 Comparison between larval traits of self-fertilized offspring from strain “Zhongkehong” and its control population cultured under 20℃, 23℃ and 26℃

Bar with a * indicates that the trait's value of the control population is significantly different from the strain “Zhongkehong” under the corresponding temperature ($P<0.05$).

2.2 杂交系幼虫的比较

杂交系幼虫的孵化率和10日龄存活率受亲本群体来源和温度的影响不显著($P>0.05$) (表2)。幼虫1日龄壳长除受温度的显著影响外,还受到亲本群体来源的显著影响($P<0.05$);“中科红”海湾扇贝杂交系幼虫的1日龄壳长在三个温度梯度下均小于对照组,但差异不显著($P>0.05$)。幼虫10日龄壳长同样受到亲本群体来源和温度的显著影响($P<0.05$),LSD t 检验表明,中科红杂交系幼虫的10日龄壳长显著大于对照组($P<0.05$),对每个温度下的两组幼虫进行 pooled t 检验表明,“中科红”海湾扇贝杂交系幼虫23℃下的10日龄壳长显著大于对照组($P<0.05$)。幼虫1日龄壳长和10日龄壳长均随温度

的升高而增大(图4)。

2.3 混交系幼虫的比较

混交系幼虫的4个早期性状均受温度的显著影响($P<0.05$) (表2)。“中科红”海湾扇贝在23℃下的孵化率显著大于对照组($P<0.05$)。10日龄存活率变化范围较大,26℃下的存活率高于其他两个梯度近7倍;“中科红”海湾扇贝26℃下的存活率显著小于对照组($P<0.05$)。1日龄壳长随温度的增加而增大,单因素方差分析表明,两个群体20℃下的1日龄壳长均显著小于其他两个温度梯度($P<0.05$)。“中科红”海湾扇贝的10日龄壳长在三个温度条件下均大于对照组,但差异不显著($P>0.05$)。幼虫1日龄壳长和10日龄壳长随温度的升高而增大(图5)。

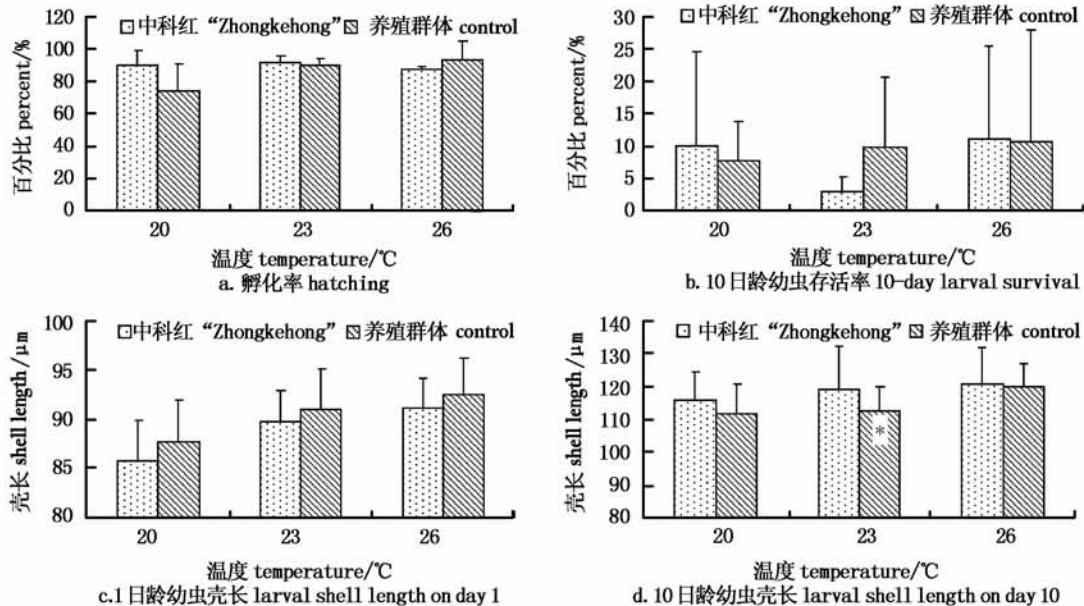


图4 海湾扇贝“中科红”群体和对照群体杂交后代在20℃、23℃和26℃条件下的早期性状比较
柱头的*表示对照组的性状在相应温度下与“中科红”海湾扇贝的性状具有显著性差异($P<0.05$)。

Fig. 4 Comparison between larval traits of hybrid offspring from strain “Zhongkehong” and its control population cultured under 20℃, 23℃ and 26℃

Bar with a * indicates a significant difference of the control population from the strain “Zhongkehong” ($P<0.05$).

3 讨论

有些学者认为在某个因素处于适宜条件时,另一个因素与它的相互作用不明显,相反,在一个因素不适宜时,另一个因素产生的作用会得到放大。胁迫条件下,杂种群体显示出存活或生长优势的报道很多,陆地动物如老鼠^[11]、果蝇(*Drosophila melanogaster*)^[12-14],植物如玉

米^[15]以及海洋贝类如牡蛎 *Crassostrea virginica*^[16-19]、贻贝 *Mytilus edulis*^[20]、蛤 *Macoma baithica*^[21]、*Mulinia lateralis*^[22]等。本实验中两个群体的自交系幼虫在23℃适温条件下的1日龄壳长差异不大,但是在低温时“中科红”海湾扇贝比养殖群体壳长平均大2.8 μm,高温条件下“中科红”海湾扇贝比养殖群体平均大6.0 μm。正反映出基因型和温度之间存在相互作用。在适

温条件下,优良的基因型没有表现出来,但是当温度对幼虫存在胁迫时,“中科红”海湾扇贝的基因型就表现出了其优势。此外,在杂交系和混交系中,也出现了适宜条件下杂交组合的基因型优势没有表现,而在胁迫条件下杂种优势表现明显的现象。在23℃适温条件下,对照组杂交系和混交

系幼虫的1日龄壳长相差仅0.05 μm,而在高温和低温下,两种交配方式所产生的幼虫1日龄壳长均具显著差异($P < 0.05$),而且杂交系在20℃下的杂种优势表现更显著。郑怀平^[23]在海湾扇贝基因型与环境互作的研究中也得到相似的结果。

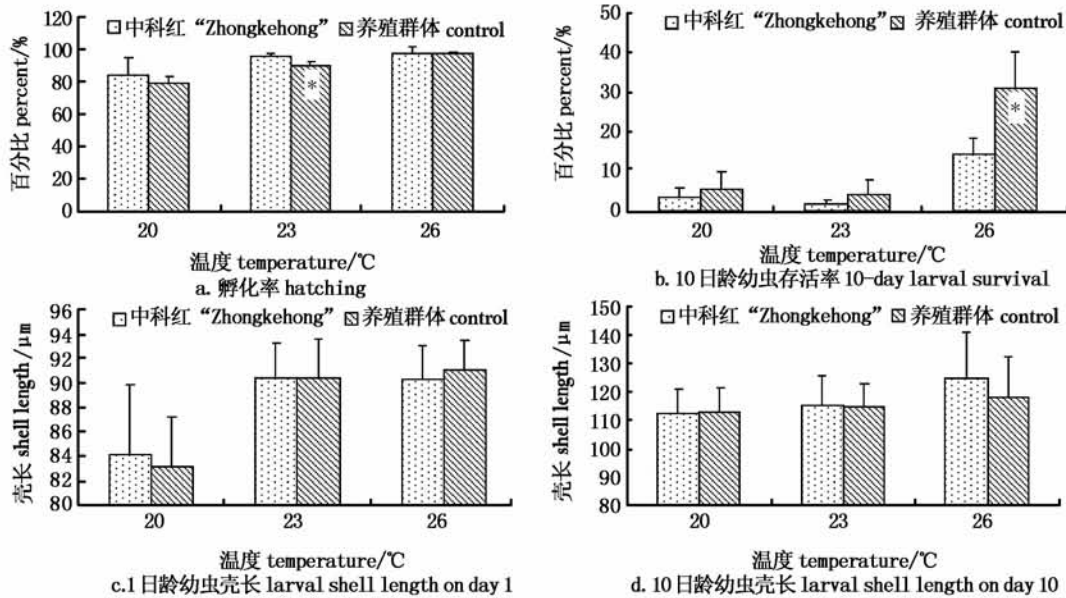


图5 海湾扇贝“中科红”群体和对照群体混交系后代在20℃、23℃和26℃条件下的早期性状比较
柱头的*表示对照组的性状在相应温度下与“中科红”海湾扇贝的性状具有显著性差异($P < 0.05$)。

Fig. 5 Comparison between larval traits of mass-mated offspring from strain “Zhongkehong” and its control population cultured under 20℃, 23℃ and 26℃

Bar with a * indicates significant difference of the control population from the strain “Zhongkehong” ($P < 0.05$).

幼虫1日龄壳长是一个易受遗传及环境影响的性状。本实验发现,在比较所用的4个幼虫性状中,1日龄壳长受到的影响最显著(表2)。幼虫在孵化过程中不进食,主要依靠卵子的营养物质发育,因此受到生物内在因素的影响较大,可以作为一个重要性状来比较不同遗传背景下各种群体的差别。另外,该性状同样受到温度的显著影响($P < 0.05$),并且基因型和温度的交互作用显著($P < 0.05$)。海湾扇贝幼虫发育至D形幼虫的时间一般为受精后20~24h,此期间经历了囊胚期,原肠期,担轮幼虫等几个重要的生理突变时期,环境因素对这些发育过程的影响最终体现在形成的D形幼虫上。因此1日龄壳长在基因型与环境互作研究中同样可以作为重要的性状进行研究。

“中科红”海湾扇贝与对照组相比还表现出了显著的生长和存活优势。在4个早期性状的组成t检验中具有显著性差异的结果均是“中科红”海湾扇贝的性状值大于对照组,仅混交系的10日龄存活率例外,此存活率所得结果变化范围较大,20℃和23℃温度组的存活率异常低,部分实验组最后只剩下几十个幼虫,而26℃下的存活率远远大于其他两个梯度,这与郑怀平等所得到的高温下存活率低的结果不同^[23]。值得指出的是,由于杂交组和混交组的实验与自交组不在同一时间进行,幼虫的10日龄存活率差异较大,可能与不同的环境条件或非控制因素(如换水时无意撒露引起幼虫丢失等)引起的误差有关,但是两个群体相同交配组合之间具有可比性。同时,对三个温度梯度所得数据的平均值进行比较表明,“中科红”

海湾扇贝自交、杂交和混交系的孵化率均大于对照组。自交系 10 日龄的存活率显著高于对照组 ($P < 0.05$), 而杂交系和混交系的 10 日龄存活率小于对照组, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。自交 ($P < 0.05$) 和混交系幼虫的 1 日龄壳长大于对照组, 杂交系的显著小于对照组 ($P < 0.05$)。幼虫生长 10 日后, 自交、杂交 ($P < 0.05$) 和混交系幼虫的壳长均比对照组大。

综合实验结果可以看出, “中科红”海湾扇贝比对照组具有显著的生长和存活优势。由于本实验仅比较分析了“中科红”海湾扇贝 10 日龄以前的幼虫生长存活情况, 尚不能全面了解其生物学特性。并且由于实验时间较短, 两个群体的子代性状差异不能完全表现出来。有关“中科红”海湾扇贝的研究需要进一步深入开展。

山东红超水产集团为本研究提供了必要的实验条件, 谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 刘晓, 孙博, 张国范, 等. 海湾扇贝 4 次引种后代的表型特征和遗传分化 [J]. 海洋与湖沼, 2006, 37 (1): 61-68.
- [2] 张国范, 李霞, 薛真福. 我国养殖贝类大规模死亡的原因分析及防止对策 [J]. 中国水产, 1999, 9: 34-39.
- [3] 郑怀平, 张国范, 刘晓, 等. 不同贝壳颜色海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 家系的建立及生长发育研究 [J]. 海洋与湖沼, 2003, 34 (6): 632-639.
- [4] Zheng H P, Zhang G F, Liu X, et al. Different responses to selection in two stocks of bay scallop, *Argopecten irradians* Lamarck (1819) [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2004, 313 (2): 213-223.
- [5] Zhang H B, Liu X, Zhang G F, et al. Effects of effective population size (N_e) on the F_2 growth and survival of bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck) [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2005, 24 (4): 114-120.
- [6] 张海滨, 刘晓, 张国范, 等. 不同有效繁殖群体数对海湾扇贝 F1 生长和存活的影响 [J]. 海洋学报, 2005, 27 (2): 177-180.
- [7] 李云福, 刘路伟, 邢光敏, 等. 美国海湾扇贝引种制种及选育技术报告 [J]. 河北渔业, 2000, 2: 29-32.
- [8] 张国范, 刘述锡, 刘晓, 等. 海湾扇贝自交家系的建立和自交效应 [J]. 中国水产科学, 2003, 10 (6): 441-445.
- [9] Zheng H P, Zhang G F, Guo X, et al. Heterosis between two stocks of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians* Lamarck (1819) [J]. Journal of Shellfish Research, 2006, 25 (3): 807-812.
- [10] 何义朝, 张福绥. 温度对墨西哥湾扇贝胚胎和幼虫发育的影响 [J]. 海洋与湖沼, 1999, 30 (003): 284-289.
- [11] Barnett S A, Mount L E. Resistance to cold in mammals [M] // Rose A, (Ed.), Thermobiology, Academic Press, London, United Kingdom, 1967, pp. 411-477.
- [12] Parsons P A. The genotypic control of longevity in *Drosophila melanogaster* under two environmental regimes [J]. Aust J Biol Sci, 1966, 19 (4): 587-91.
- [13] Fontdevila A. Genotype-temperature interaction in *Drosophila melanogaster*. I. Viability [J]. Genetica, 1970, 41 (1): 257-264.
- [14] Tobarí I. Effects of temperature on the viabilities of homozygotes and heterozygotes for second chromosomes of *Drosophila melanogaster* [J]. Genetics, 1966, 54 (3): 783-791.
- [15] McWilliam J R, Griffing B. Temperature-dependent heterosis in maize [J]. Australian J Biol Sci, 1965, 18: 569-583.
- [16] Newkirk G F, Waugh D L, Haley L E. Genetics of larval tolerance to reduced salinities in two populations of oysters, *Crassostrea virginica* [J]. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1977, 384-387.
- [17] Newkirk G. Interaction of genotype and salinity in larvae of the oyster *Crassostrea virginica* [J]. Marine Biology, 1978, 48 (3): 227-234.
- [18] Mallet A L, Haley L E. Growth rate and survival in pure population matings and crosses of the oyster *Crassostrea virginica* [J]. Can J Fish Aquat Sci, 1983, 40 (1): 53-59.
- [19] Rodhouse P G, Gaffney P M. Effect of heterozygosity on metabolism during starvation in the American oyster *Crassostrea virginica* [J]. Marine Biology, 1984, 80 (2): 179-187.
- [20] Diehl W J, Koehn R K. Multiple-locus heterozygosity, mortality, and growth in a cohort of *Mytilus edulis* [J]. Marine Biology, 1985, 88 (3): 265-271.

- [21] Green R H, Singh S M, Hicks B, *et al.* An Arctic intertidal population of *Macoma balthica* (Mollusca, Pelecypoda): Genotypic and phenotypic components of population structure [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1983, 40 (9): 1360 - 1371.
- [22] Scott T M, Koehn R K. The effect of environmental stress on the relationship of heterozygosity to growth rate in the coot clam *Mulinia lateralis* (Say) [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1990, 135 (2): 109 - 116.
- [23] 郑怀平. 海湾扇贝两个养殖群体数量性状及壳色遗传研究 [D]. 中国科学院海洋研究所, 2005: 90 - 128.

Comparison on the larval traits between strain “Zhongkehong” and common cultured population of bay scallop *Argopecten irradians* under different temperature

XU Fei^{1,2}, ZHENG Huai-ping¹, ZHANG Hai-bin¹, LIU Xiao¹, ZHANG Guo-fan¹

(1. *Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;*

2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)*

Abstract: Fertilized eggs and larvae of strain “Zhongkehong” bay scallop (*Argopecten irradians*) and common cultured population (control) were separately produced by self-fertilization, hybridization, and mixed mating. The three types of offspring were hatched and cultured at 20 °C, 23 °C and 26 °C respectively. Hatching rate, ten-day larval survival, larval shell length on day 1 and day 10 were separately compared between two populations. Results showed that the hatching rate of fertilized eggs from “Zhongkehong” was higher than that from the common cultured population. Ten-day survival of self-fertilized larvae from “Zhongkehong” was significantly higher than that of the control ($P < 0.05$), while offspring from hybridization and mixed mating were insignificantly lower ($P > 0.05$). Shell length of self-fertilized larvae ($P < 0.05$) and larvae of mixed mating from “Zhongkehong” were greater than their counterparts on day 1, but that of the hybrid larvae was significantly smaller than the common cultured population ($P < 0.05$). At age of 10 days, shell length of larvae produced by self-fertilization, hybridization ($P < 0.05$) and mixed mating from “Zhongkehong” exceeded that of the controls, indicating the growth advantage of “Zhongkehong” population. Temperature influenced the four larval traits significantly ($P < 0.05$) and “Zhongkehong” population was more tolerant to 20 °C and 26 °C than the control.

Key words: *Argopecten irradians*; “Zhongkehong” strain; larvae; mating type; larval traits; temperature