

# 三疣梭子蟹新品种“黄选 1 号”的选育

李 健 刘 萍 高保全 陈 萍

(农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

**摘 要** 2005 年收集鸭绿江口、莱州湾、海州湾、舟山 4 个三疣梭子蟹野生地理群体, 构建核心育种群体, 评估有效群体含量, 制定合理保种模式; 在 5% 留种率下, 采用群体选育方法进行新品种培育。到 2010 年经过连续 5 个世代选育, 形成特征明显、性状稳定的三疣梭子蟹新品种“黄选 1 号”。在相同养殖条件下与商品苗种进行对比测试。“黄选 1 号”收获时平均个体体重提高 20.12%, 成活率提高 32.00%, 全甲宽变异系数小于 5%。“黄选 1 号”新品种 2010~2012 年进行中试养殖 200 余  $\text{hm}^2$ , 养殖方法以“蟹、虾、贝、鱼”多品种生态养殖为主。结果显示, 新品种收获时个体规格大、成活率高、整齐度好, 平均单产提高 30%; 已推广到山东、河北及浙江等地, 累计养殖面积 6 000 余  $\text{hm}^2$ , 获得较显著的经济效益和社会效益。

**关键词** 三疣梭子蟹 群体选育 “黄选 1 号”新品种 “蟹、虾、贝、鱼”生态养殖

**中图分类号** S948 **文献识别码** A **文章编号** 1000-7075(2013)05-0051-07

## The new variety of *Portunus trituberculatus* “Huangxuan No. 1”

LI Jian LIU Ping GAO Bao-quan CHEN Ping

(Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture,

Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

**ABSTRACT** *Portunus trituberculatus* belongs to the class Crustacea, family Portunidae. It is an economically valued crab species. With the rapid expansion and intensification of *Portunus trituberculatus* culture, various problems such as diseases, bad quality of larvae and less natural resources, have shown and become serious, causing economic losses. These have become the limiting factors in the sustainable development of this program. At last, these problems are resolved by new varieties obtained by selective breeding. In October 2005, 1,261 individuals were collected from four wild geographic populations distributed in the Yalvjiangkou, Laizhou Gulf, Zhoushan, and Haizhou Gulf. Firstly, we established a fundamental stock using the four populations. Secondly we estimated the effective population size for core breeding population of *P. trituberculatus*, and setup breed maintenance mode. Population selection was carried out at a seed reservation rate of 5%. The new variety “Huangxuan No. 1” was selected successfully in 2010, after selection for five-generations successively. “Huangxuan No. 1” showed better eco-

国家高技术研究发展计划项目(2012AA10A409)、科技部农业科技成果转化资金项目(2013GB23260589)和山东省科技发展计划课题(2011GHY11526)共同资助

收稿日期:2013-03-25;接受日期:2013-05-21

作者简介:李 健(1961-),男,研究员,主要从事海水健康养殖技术研究。E-mail:lijian@ysfri.ac.cn

onomic traits such as fast growth and high survival rate. It showed a body weight increase of 20.12% and survival rate increase of 32.00% respectively, compared with the natural population. With support from the government fishery authority and crab farmers, Yellow Sea Fisheries Research Institute has made significant efforts to popularize the "Huangxuan No. 1" in Shandong, Hebei and Zhejiang provinces. The accumulated extension area during 2010~2012 was up to 6,000 ha covered by the new variety. Average yield increased 30%. The main farming model for crab is "crab, shrimp, clam and fish" ecological culture. "Huangxuan No. 1" was approved by China National Aquaculture Variety Approval Committee as a new variety for aquaculture in 2012 (registered No. : GS-01-002-2012).

**KEY WORDS** *Portunus trituberculatus* Group selection breeding  
New variety of "Huangxuan No. 1"  
"Crab, shrimp, clam and fish" ecological mariculture

三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus* 是一种重要的海洋经济动物, 隶属甲壳纲 Crustacea、十足目 Decapoda、梭子蟹科 Portunidae, 分布于中国、朝鲜、日本等海域(戴爱云等 1977、1986)。由于其生长快、个体大、肉味鲜美, 已成为我国重要的渔业捕捞对象和海水养殖对象(吴常文等 1996), 2010 年我国三疣梭子蟹养殖产量达 9 万余 t(中国渔业统计年鉴 2011)。目前, 三疣梭子蟹养殖业主要还是依靠捕捞野生蟹来满足生产育苗的需要(张玉胜等 2004), 这种状态限制了其发展。一方面, 这些捕捞的野生三疣梭子蟹可能携带感染性病毒, 随着梭子蟹养殖规模的不断扩大, 各种病害也开始接踵而至, 并出现大规模发生和暴发性流行的趋势, 给产业和区域经济的发展造成重大损失(王国良等 2006); 另一方面, 大规格三疣梭子蟹的经济价值明显要高。因此培育生长速度快、抗逆能力强的优良品种是实现三疣梭子蟹产业的可持续性发展的重要保障。

水产养殖品种培育的基础理论研究一直是发达国家优先发展的研究方向, 如美国、英国、日本、澳大利亚等国纷纷将水产生物, 尤其是经济海洋生物(鱼、虾、贝、藻)的遗传育种研究列为重点发展方向。在海水动物育种研究中, 自 20 世纪 30 年代开始, 美国学者道纳尔逊首先对虹鳟鱼进行数代的家系选育, 成功地选育出优质虹鳟道氏品系; 挪威的大西洋鲑和 GIFT 罗非鱼良种工程体系堪称典范, 实现了生长速度、饲料转化率、性成熟年龄等重要经济性状的复合选育, 有力地促进了养殖业的可持续发展(王丙乾等 2003)。澳大利亚联邦科学和工业研究院对日本对虾进行选育, 选育的日本对虾生长速度约提高 11%~15%(陈 锚 2006)。中国水产科学研究院黄海水产研究所通过 6 代群体选育, 培育出了我国第一个人工选育而成的海水养殖动物新品种中国对虾“黄海 1 号”, 与对照相比体长平均增长 8.40%, 体重增长 26.86%, 抗逆性强, 发病率不足 10%(李 健等 2005); 另外采用多性状复合育种技术, 以生长速度、抗 WSSV 存活时间及存活率为选育目标, 选育出中国对虾“黄海 2 号”, 收获体质量比未经选育的野生种提高 30%以上, 具有明显抗病性, 染病死亡时间延长 10%以上(孔 杰等 2012)。目前, 海水蟹类良种培育工程, 国内外未见报道。中国水产科学研究院黄海水产研究所在国家“863”计划等项目支持下, 采用群体选育的方法进行了三疣梭子蟹新品种选育, 经过连续 5 代群体选育, 获得我国第一个海产蟹类新品种——三疣梭子蟹“黄选 1 号”(GS-01-002-2012), 生长速度提高 20.12%, 成活率提高 32.0%, 已通过全国水产原种和良种审定委员会审定。近年来, 新品种在山东、河北、浙江等省进行了大面积的养殖示范与推广, 取得了良好的经济效益和社会效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 核心育种群体的构建

通过对我国沿海三疣梭子蟹种质资源调查与评估(李鹏飞等 2007; 高保全等 2007、2010), 确定鸭绿江口、莱州湾、海州湾、舟山 4 个地理群体为育种基础群体。2005 年 9 月进行种质资源收集, 其中三疣梭子蟹鸭

绿江口野生种群采自辽宁省丹东市鸭绿江入海口近海,莱州湾野生种群采自山东省昌邑市下营港近海,舟山野生种群采自浙江舟山群岛近海,海州湾种群采自江苏连云港市海州湾近海。

2006年3月从基础群体中选择个体大、活力强的抱卵雌蟹构建核心育种群体。

## 1.2 核心育种群体的标准化培育

当亲蟹腹部卵块呈黑灰色,镜检膜内无节幼体心跳达200次/min左右,及时捞出亲蟹,每笼5只亲蟹,吊入培育池,按满水体计算幼体密度,密度控制在3万尾/m<sup>3</sup>,当一个苗种培育池幼体数量达到要求后,迅速将亲蟹笼转移至下一育苗池。培育同常规方法,不同培育池同一阶段的培育条件一致。幼体达到Ⅱ期幼蟹,采用等比例混合方式进行放苗,每个亲蟹各取1000尾蟹苗,转移到室外保种池养殖。

2008年核心育种群有186只雌蟹子代组成,与之相对应的雄蟹为164只,产生22个半同胞家系。

## 1.3 核心育种群体有效群体含量评估

根据Doyle和Talbot提出的计算有效群体含量的计算公式,对2008年核心育种群有效群体含量评估,制定合理的保种模式,既节约越冬成本,又要避免近交衰退。

核心基础群体有效含量的计算公式:

家系含量的均方和方差

$$SS_f = N_{of} \left( \frac{N_t}{N_{nf}} \right)^2 + N_{rf} \left( \frac{N_t}{N_{rf}} - \frac{N_t}{N_{nf}} \right)^2 + N_t$$

$$N_t = N_{mf} + N_{nf}$$

$$N_{of} = N_{nf} - N_{rf} V_f = \frac{SS_f}{N_{nf}}$$

群体有效含量( $N_e$ )

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{16N_{mf}L} (2 + V_m) + \frac{1}{16N_{nf}L} (2 + V_f) \quad (1)$$

式中, $t$ 为保种场父母本留种的总数, $S$ 为苗种生产中产卵的父母本个体数, $N_n$ 为新补充到保种群中的亲本数目。式中, $N_{mf}$ 为雄性亲本, $N_{nf}$ 为雌性亲本, $N_r$ 为新补充到保种群中产卵的亲本数目。式中, $N_m$ 为雄性亲本, $N_f$ 为雌性亲本, $L$ 为世代间隔。

近交系数增量的计算公式

$$\Delta F = \frac{1}{2N_e} \quad (2)$$

采用随机留种计算群体有效含量的公式:

$$\Delta F = \frac{4N_s N_d}{N_s + N_d} \quad (3)$$

式中, $N_s$ 为保种群中雄蟹的个数, $N_d$ 为保种群中雌蟹的个数。

采用随机留种方法,计算需要雄蟹的公式:

$$N_s = \frac{n+1}{\Delta F \times 8n} \quad (4)$$

近交系数 $F_t$ 与近交增量 $\Delta F$ 的关系式:

$$F_t = 1 - (1 - \Delta F)^n \quad (5)$$

## 1.4 三疣梭子蟹“黄选1号”与商品苗种对比测试

为评估选择后的累计进展,利用普通商品苗种建立同步对照组,各放养5口池塘,每口0.33 hm<sup>2</sup>,同步放养Ⅱ期蟹苗,密度52500尾/hm<sup>2</sup>,同样条件下进行养殖收获时从核心育种群体、野生对照群体中随机取100个个体,用游标卡尺测量全甲宽,精确到0.1mm,用电子天平测量体重,精确到1g,统计成活率。

## 1.5 配种方案的制定及亲蟹越冬

为增加核心种质的遗传多样性,每代大约在5%留种率下,选择大规格、健康个体,采用人工定向交尾技术,按照1♂×1♀进行配种,在室内完成交尾。交尾后的雌蟹,转移至越冬池,采用地下卤水节能技术进行室内越冬。

## 2 结果

### 2.1 三疣梭子蟹核心育种群体构建结果

为减少由于环境差异而造成的个体发育不同,导致选育出现偏差,在苗种培育过程中,采用标准化的培育方式进行苗种培育,主要包括环境条件标准化和幼体密度标准化。环境条件标准化主要包括亲蟹越冬、亲蟹排幼、幼体培育,在各阶段的培育条件尽量一致,包括布池密度、水温、盐度、饵料、充气和管理等。2005~2010年建立的三疣梭子蟹核心育种群体情况见表1。

表1 三疣梭子蟹2005~2010年核心育种群体构建情况

Table 1 The annual core population construction during the breeding program of *P. trituberculatus*

年份 Year	群体世代 Generation	留种率 Selection ratio(%)	越冬亲蟹(只) Overwintering broodstock	扩繁群体亲蟹(只) Expanding propagation broodstock	保种群体亲蟹(只) Conservation population broodstock
2005	原代 Wild population	—	1 261	682	200
2006	核心群体1代 First generation of core breeding population	5.1	2 800	1 340	520
2007	核心群体2代 Second generation of core breeding population	5.0	2 670	1 383	551
2008	核心群体3代 Third generation of core breeding population	4.7	2 880	1 421	512
2009	核心群体4代 Fourth generation of core breeding population	4.9	2 940	1 495	502
2010	核心群体5代 Fifth generation of core breeding population	4.6	3 590	1 500	578

表2 三疣梭子蟹选育世代与近交系数  $F_t$  的关系

Table 2 The relationship between breeding generations and the rate of inbreeding  $F_t$  in *P. trituberculatus*

世代 Generation	$\Delta F = 0.01$ $F_t = 1 - (1 - \Delta F)^n$	$\Delta F = 0.005$ $F_t = 1 - (1 - \Delta F)^n$	$\Delta F = 0.0025$ $F_t = 1 - (1 - \Delta F)^n$
1	0.01	0.005	0.0025
2	0.02	0.01	0.005
3	0.03	0.015	0.0075
4	0.039	0.02	0.01
5	0.049	0.025	0.012
6	0.059	0.03	0.015
7	0.068	0.034	0.017
8	0.077	0.039	0.02
9	0.086	0.044	0.022
10	0.096	0.049	0.025

## 2.2 核心群体有效群体含量评估

2008 年三疣梭子蟹核心育种群体采用的是随机留种方式,根据公式(1)得出实际群体有效含量: $N_e=213$ ;根据公式(2)得出实际近交增量: $\Delta F=0.0023$ ;根据公式(3)得出理论群体有效含量为: $N_e=587$ ;根据公式(2)得出理论近交增量: $\Delta F=0.00085$ 。

## 2.3 近交系数的预测

对于三疣梭子蟹良种选育,采用 10 代以上的选育标准,根据公式(5),计算 10 代以后近交系数  $F_t$ 。由表 2 可以看出,随着选育世代的增加,近交增量即使保持不变,近交系数依然增加。因此可以推测三疣梭子蟹核心种质会逐渐衰退,但是增大保种量可以减小近交系数的上升,如果保持合适的保种数量,使近交系数在一定时期内维持在一个较低的水平,可以减缓三疣梭子蟹核心种质的衰退。

将近交系数增量控制在 0.5%,假设交配成功率 60%,越冬存活率为 85%,最终排幼率为 75%,最佳保种模式为随机留种,采用雌雄比例 1:1 定向交配,越冬前保种需要的雌蟹数量为 131 只,与之成功交配雄蟹数量为 131 只。

将近交系数增量控制在 0.25%,假设交配成功率为 60%,越冬存活率为 85%,最终排幼率为 75%,最佳保种模式为随机留种,采用雌雄比例 1:1 定向交配,越冬前保种需要的雌蟹数量为 262 只,与之成功交配雄蟹数量为 262 只。

## 2.4 三疣梭子蟹“黄选 1 号”与商品苗种对比测试结果

为评估选育后的累计进展,2006~2012 年,将山东潍坊商业育苗场培育的三疣梭子蟹商品苗种作为对照,与“黄选 1 号”进行养殖对比测试,放苗密度均为 52 500 尾/hm<sup>2</sup>。分别进行生长速度、成活率及整齐度对比分析。结果显示“黄选 1 号”生长速度快(图 1)、成活率高(图 2),2012 年收获时体重提高 21.35%,成活率提高 35%,全甲宽变异率<5%,整齐度好(表 3)。

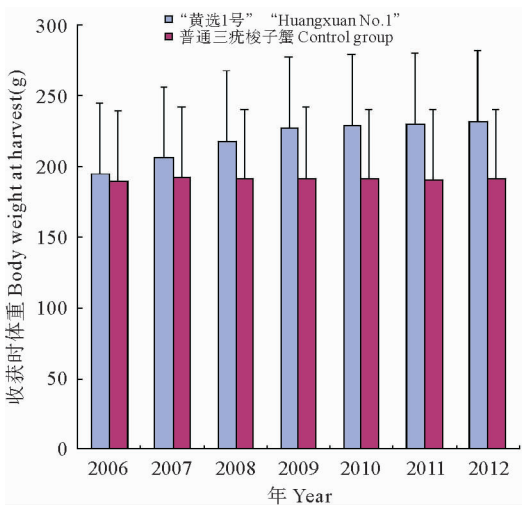


图 1 “黄选 1 号”与普通三疣梭子蟹生长速度比较  
Fig. 1 Comparison of growth rate between “Huangxuan No. 1” and commercial seedlings

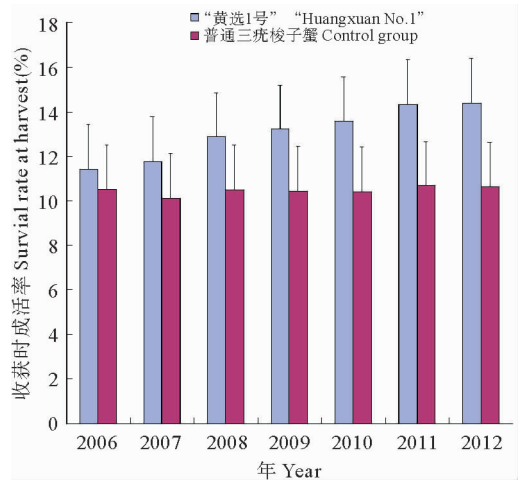


图 2 “黄选 1 号”与普通三疣梭子蟹成活率比较  
Fig. 2 Comparison of survival rate between “Huangxuan No. 1” and commercial seedlings

## 2.5 三疣梭子蟹“黄选 1 号”选育进展

根据 2.4 中对比测试,利用 SPSS 软件计算“黄选 1 号”选育进展,结果如表 3。

表3 “黄选1号”与普通三疣梭子蟹相比选育进展

Table 3 Comparison of traits between “Huangxuan No. 1” and commercial seedlings

年 Year	体重 Body weight(g)			成活率 Survival rate(%)			全甲宽变异系数 Variation of full carapace coefficient	
	“黄选1号” “Huangxuan No. 1”	对照 Control	提高值 Improvement (%)	“黄选1号” “Huangxuan No. 1”	对照 Control	提高值 Improvement (%)	“黄选1号” “Huangxuan No. 1”	对照 Control
2006	194.91	189.40	2.91	11.42	10.51	8.66	5.42	9.58
2007	206.35	192.10	7.42	11.76	10.13	16.09	5.34	9.46
2008	217.58	191.04	13.89	12.86	10.49	22.59	5.12	9.40
2009	227.64	192.00	18.56	13.21	10.43	26.65	5.00	9.45
2010	229.43	191.00	20.12	13.58	10.29	32.00	4.95	9.54
2011	230.32	190.17	21.11	14.33	10.67	34.30	4.79	9.47
2012	231.88	191.08	21.35	14.40	10.62	35.59	4.71	9.49

### 3 讨论

过去20年,海水动物选择育种在国内外陆续展开,并取得丰硕成果。位于夏威夷 Kona 的高健康水产养殖公司致力于 Taura 综合征病毒(TSV)的凡纳滨对虾选育研究,经过3代的选育,对照群体的对虾养殖成活率只有31%,而选育群体的成活率达到69%,且呈逐年增加的趋势(Bienfang *et al.* 2001)。法国海洋开发研究院自1992年起,采取群体选育方法,开展对虾育种计划, $F_4$ 、 $F_5$ 代生长率分别提高了18%、21%(Goyard *et al.* 1999)。近几年我国水产动物育种工作得到蓬勃发展,取得一批优良品种,如凡纳滨对虾新品种:“中兴1号”、“中科1号”、“科海1号”,扇贝新品种“蓬莱红”、“海大金贝”等。新品种的推广养殖,推动了我国海水养殖业持续、健康、稳定发展。中国水产科学研究院黄海水产研究所2005年收集我国沿海4个地理群体三疣梭子蟹,进行遗传结构分析、配合力测试,建立基础群体。2006年从基础群体中选择个体大、活力强、健康交尾雌蟹构建育种核心群体,以生长速度为选育指标,进行群体选育。核心群体每年进行1代选育,每代5%左右的留种率,分别挑选个体大、活力强、健康雌、雄蟹各2000只以上,按1:1性比进行室内交尾,交尾雌蟹进行室内越冬。翌年春季选择1200只亲蟹进行苗种繁育,收集500只以上亲蟹的部分子代进行等比例混合池塘养殖,作为保种群体。至2010年已连续进行了5代群体选育,形成了特征明显、性状稳定的三疣梭子蟹新品种——“黄选1号”,2012年该品种已通过全国水产原种和良种审定委员会审定;同样条件下进行养殖,与对照组相比,新品种收获时平均个体体重提高20.12%,成活率提高32.00%,全甲宽变异系数<5%。2010~2012年进行了新品种中试养殖,中试养殖200余hm<sup>2</sup>,结果显示,新品种收获时个体规格大、成活率高、整齐度好,平均单产提高30%;辐射到山东潍坊、日照、青岛、烟台、河北沧州、唐海及浙江象山等地,累计养殖面积6000hm<sup>2</sup>,获得较显著的经济效益和社会效益。

数量遗传参数的估计将有助于更好理解遗传因素对特定群体某一性状的表型影响程度,遗传参数估计的准确程度会直接影响选择育种的进展。准确合理的遗传参数是制定育种计划的理论基础和前提。三疣梭子蟹在80日龄、120日龄狭义遗传力的无偏估计值分别为0.53和0.35(高保全等 2010),证实三疣梭子蟹采用群体选育方法进行新品种培育是合理的。

目前三疣梭子蟹养殖面积已达3万余hm<sup>2</sup>,产量10万t,年产值近100亿元,已发展成我国海水养殖主导种类之一。但是由于苗种来自野生亲体未经人类驯化,“野性”十足,相互间残杀严重,成活率一般为5%~10%,导致养殖单产较低。

本研究采用群体选育方法,以生长速度作为主要选育指标,结果显示池塘养殖成活率选育提高值大于生长速度选育提高值,作者推测三疣梭子蟹成活率低主要是由于其性格凶猛、自残严重导致,而本研究进行中,对其连续多代进行驯化,使其性格“温顺”、自残减少,最终养殖成活率大幅度提高。三疣梭子蟹由于自身特殊的习

性,给育种工作带来一定困难。首先个体标记问题没有完全解决,导致遗传参数、选育效果不能精确评估;其次同步排幼技术不成熟,为育苗、混合养殖带来一定困难;最后三疣梭子蟹潜沙习性,对室内育种辅助实验的开展,造成一定困难。结合梭子蟹物种特性,今后应加强这几方面的研究工作,为更科学地开展梭子蟹育种工作提供技术保障。

目前,三疣梭子蟹池塘养殖主要为“蟹、虾、贝、鱼”多品种生态养殖,该养殖模式充分利用了养殖生物间互利共生、疾病生物防控、营养分级利用、污染物生态控制等原理,实现了梭子蟹池塘生态养殖,通过在山东日照、昌邑、胶州等地区养殖示范,平均亩产三疣梭子蟹 75 kg、中国对虾 75 kg、菲律宾蛤仔 350 kg、半滑舌鳎 25 kg,产值超过 1.5 万元/亩,取得了良好的养殖效果。

## 参 考 文 献

- 王丙乾,曹广斌,牟振波,曲立,孙大江. 2003. 虹鳟鱼类健康养殖的研究现状及发展趋势. 水产学杂志, 16(2):83-88
- 王国良,金珊,李政,陈寅儿. 2006. 三疣梭子蟹(*P. trituberculatus*) 乳化病的组织病理和超微病理研究. 海洋与湖沼, 37(4):297-303
- 孔杰,罗坤,栾生,王清印,张庆文,张天时,孟宪红,王伟继,阮晓红. 2012. 中国对虾新品种“黄海2号”的培育. 水产学报, 36(12):1854-1862
- 农业部渔业局. 2011. 2011 中国渔业统计年鉴. 北京:中国农业出版社, 33-56
- 吴常文,虞顺成,吕永林. 1996. 梭子蟹渔业技术. 上海:上海科学出版社, 28-31
- 张玉胜,刘丽云,庞金玲. 2004. 三疣梭子蟹高密度人工育苗技术报告. 河北渔业, 133(1):44-45
- 李健,刘萍,何玉英,宋全山,牟乃海,王清印. 2005. 中国对虾快速生长新品种“黄海1号”的人工选育. 水产学报, 29(1):1-5
- 李鹏飞,刘萍,李健,戴方钰,何玉英. 2007. 莱州湾三疣梭子蟹的生化遗传分析. 海洋水产研究, 28(2):90-96
- 陈锚. 2006. 凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*) 生长性状家系选育和雌性化诱导技术. 见:中山大学硕士研究生学位论文:1-5
- 高保全,刘萍,李健,刘磊,戴芳钰,王学忠. 2010. 三疣梭子蟹体重遗传力的估计. 海洋与湖沼, 41(3):322-326
- 高保全,刘萍,李健,戴芳钰,马胜. 2007. 三疣梭子蟹4个野生群体形态差异分析. 中国水产科学, 14(2):215-220
- 高保全,刘萍,李健,戴芳钰. 2007. 三疣梭子蟹野生群体同工酶的遗传多态性分析. 水产学报, 31(1):1-6
- 樊祥国,高保全,刘萍,李健. 2009. 三疣梭子蟹4个野生群体遗传差异的同工酶分析. 渔业科学进展, 30(4):96-101
- 戴爱云,冯钟琪,宋玉枝,黄志翔,吴赫昌. 1977. 三疣梭子蟹渔业生物资源的初步调查. 动物学杂志, (2):30-33
- 戴爱云,杨思谅,宋玉枝,陈国孝. 1986. 中国海洋蟹类. 北京:海洋出版社, 213-214
- Bienfang PK, Sweeney NJ. 2001. The use of SPF broodstock to prevent disease in shrimp farming. Aquaculture Asia 6(1):12-14
- Brock JA, Gose RB, Lightner DV. 1997. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of farmed shrimp in the Americas//Flegel T W, Macrae IH. eds. Diseases in Asian aquaculture III. Fish health section, Manila: Asian Fisheries Society 275-283
- Goyard E, Patrois J, Peignon JM and 3 others. 1999. IFREMER's shrimp genetics program. Global Aquaculture Advocate 2(6):26-28