

文章编号: 1674 - 5566(2016)05 - 0668 - 07

DOI:10.12024/jsou.20160201653

中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟群体选育第三代在扣蟹阶段的养殖性能评价

王亚威¹, 姜晓东¹, 吴旭干^{1,2}, 何杰¹, 刘青^{1,3}, 王幼鹏², 成永旭^{1,3}

(1. 上海海洋大学水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306; 2. 江苏省宿迁旭邦水产科技有限公司, 江苏泗洪 223900; 3. 水产动物遗传育种上海市协同创新中心, 上海 201306)

摘要: 采用群体选育、养殖实验和定期采样的方法, 比较了中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟选育群体第三代(G3)和非选育群体在扣蟹阶段的生长、成活率、平均体质量、体质量分布比例和产量, 结果显示: (1) 二龄早熟雌体在 7-8 月和 9-10 月的增重率(WGR)及特定增长率(SGR)显著高于二龄晚熟雌体($P < 0.05$); 无论雌体还是雄体, 二龄晚熟群体在 7-10 月总体生长速度显著低于对照组($P < 0.05$), 整个实验期间 3 群体的生长速度大小顺序为: 对照组 > 早熟 G3 > 晚熟 G3 ($P > 0.05$); (2) 二龄早熟和晚熟群体 G3 在扣蟹阶段的成活率接近, 但二龄晚熟群体的成活率显著高于对照组扣蟹; 二龄早熟群体 G3 最终扣蟹平均体质量显著高于晚熟扣蟹, 对照组居于两者之间, 3 组扣蟹产量高低顺序为: 早熟 G3 > 晚熟 G3 > 对照组; (3) 就扣蟹体质量分布而言, 3 群体扣蟹体质量主要集中于小于 3 g 和 3~6 g 这两个体质量范围内, 晚熟 G3 在小于 3 g 和 3~6 g 两个体质量范围内比例最高。综上, 二龄早熟群体 G3 在扣蟹阶段具有生长速度快、扣蟹平均体质量大和单产高的优点, 二龄晚熟群体 G3 在扣蟹阶段的成活率显著高于对照组, 两选育群体 G3 在扣蟹养殖上均具有一定的优良性状。

关键词: 中华绒螯蟹; 遗传选育; 二龄性成熟时间; 扣蟹阶段; 养殖性能

中图分类号: Q 955 **文献标志码:** A

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)俗称大闸蟹(以下简称河蟹), 是我国重要的经济蟹类之一, 具有重要的经济价值和食用价值^[1]。由于 20 世纪 90 年代河蟹规模化人工育苗技术得以推广应用, 河蟹养殖业迅速发展, 2014 年全国成蟹养殖产量高达 79.65 万吨, 总产值达 500 亿元左右^[2], 河蟹养殖产业已成为中国渔业生产中发展最为迅速、最具特色的支柱产业之一^[3]。在多年人工繁殖和养殖过程中, 由于采用小规格亲本进行人工繁殖、近交退化、不同水系间盲目引种养殖等原因, 导致中华绒螯蟹养殖群体的种质退化和种质混杂现象严重, 进而造成养殖性能严重退化, 如: 一龄性早熟率提高、商品蟹规格变小和抗病力下降等^[3-5]。因此, 开展河蟹良种选育对于其

养殖产业健康可持续发展非常重要^[5-6]。

自 2000 年以来, 国内相关单位陆续开始进行河蟹的良种选育工作, 目前已经培育出通过国家水产原良种委员会审定的河蟹养殖新品种 3 个, 这在一定程度上推动了河蟹养殖产业的可持续发展^[7-9]。但是, 这些通过审定的河蟹新品种主要是针对生长性能进行的, 庞大的河蟹养殖产业需要多样化的河蟹选育良种, 如不同性腺成熟时间和抗病品种等^[5]。先前的研究表明, 长江水系养殖和野生群体扣蟹在池塘条件下养成时生殖蜕壳和性成熟时间不同, 分别具有二龄早熟和晚熟特性^[10], 本课题组以此为奠基群体进行二龄早熟和晚熟品系良种选育^[1,5], 目前已经选育到第三代(G3), 但是尚不清楚其扣蟹阶段养殖性能如

收稿日期: 2016-02-06 修回日期: 2016-05-16

基金项目: 国家高技术研究发展计划(2012AA10A409-5); 科技部科技型中小企业技术创新项目(14C26213201214); 上海市农委科技兴农推广项目(沪农科推字(2015)第 1-7 号); 上海高校水产学高峰学科建设项目(2015-62-0908)

作者简介: 王亚威(1991—), 男, 硕士研究生, 研究方向为河蟹养殖和遗传育种。E-mail: 1044650162@qq.com

通信作者: 成永旭, E-mail: yxcheng@shou.edu.cn

何。由于河蟹养殖过程通常需要两年,第一年将大眼幼体养殖至扣蟹蟹种(体质量 3~10 g),第二年将扣蟹养成商品成蟹,因此每个养殖阶段关注的养殖性能指标有所不同,如:扣蟹养殖阶段主要关注成活率、平均体质量、产量和一龄性早熟率等指标^[11-12]。鉴于此,本研究比较了二龄早熟和晚熟群体 G3 及非选育群体在扣蟹阶段的养殖性能,旨在评估选育群体扣蟹阶段的池塘养殖效果,为进一步选育提供科学依据和参考资料。

1 材料与方 法

1.1 大眼幼体来源

实验用二龄早熟品系、晚熟品系和对照组大眼幼体均来自上海海洋大学如东河蟹遗传育种中心,二龄早熟和晚熟品系由上海海洋大学甲壳动物营养繁殖课题组自 2010 年底利用长江水系养殖和野生群体选育而成^[11],经过多年群体选育,目前已选育至第三代(G3),二龄早熟群体雌雄亲本平均体质量分别为 123 g 和 178 g,二龄晚熟群体雌雄亲本平均体质量分别为 145 g 和 205 g;对照组大眼幼体购自辽宁盘锦光合蟹业有限公司如东土池育苗基地,雌雄亲本平均体质量分别为 100 g 和 150 g 左右(表 1),为生产上正常使用的亲本规格。3 种群体亲本和幼体培育均在相似的池塘条件下进行,所得大眼幼体于 2015 年 5 月中旬运至上海海洋大学崇明产学研基地进行,采用室内土池进行豆蟹培育,待 7 月下旬,从 3 群体中分别挑选规格相近、十足健全的豆蟹备用扣蟹阶段养殖性能比较[野生选育 G3、养殖选育 G3、对照组豆蟹平均体质量分别为(0.88±0.13) g、(0.86±0.11) g 和(0.87±0.15) g]。

表 1 二龄早熟品系、晚熟品系 G3 及对照组的繁殖亲本的数量及体质量

Tab.1 The number and average weight of the EM, LM and control stocks

种群 populations	性别 sex	数量/只 number	平均体质量/g average weight
二龄晚熟亲本 LM stocks	雄	255	205
	雌	720	145
二龄早熟亲本 EM stocks	雄	190	178
	雌	550	123
对照组亲本 control stocks	雄	220	150
	雌	600	100

1.2 幼蟹放养和养殖管理

为尽量减小环境因素对扣蟹养殖性能的影响,采用 12 个等大的实验围隔(长×宽=7.8 m×7.8 m)评估 3 群体的河蟹在扣蟹阶段的养殖性能,扣蟹阶段养殖实验围隔设置见图 1。围隔中间为一水坑,长×宽×深=6 m×4 m×0.7 m,水坑四周为平台,平台上种植水稻以净化水质,围隔四周设置双层防逃网,防逃网上口设置 25 cm 高的防逃塑料板,各围隔间的水体相互连通,保持水质指标基本一致。为了便于平时采样和最终回捕扣蟹,在每个围隔中间的深水区设置一个实验网箱(长×宽×高=2 m×2 m×1 m),水深 0.7 m 左右,网箱内外均缝有 30 cm 高的防逃塑料板,防止幼蟹逃逸和其他野杂虾蟹等进入网箱。每个网箱分别放养对应的豆蟹 500 只(雌雄各半),每群体各设 4 个重复网箱,同时在网箱中放入适量水生供幼蟹隐蔽和蜕壳,网箱内水生分布和数量需基本相似。养殖期间每天下午 5:30 左右投喂扣蟹配合饲料,饲料粒径分别为 1.2 mm、1.6 mm 和 1.8 mm(浙江欣欣饲料有限公司生产),投喂量约占蟹体质量的 1%~6%,具体根据水温和摄食情况灵活调整,每日记录每个网箱的摄食和残饵情况。同时在每个网箱中放入一只小型食台,每次投喂后 3 h 左右检查食台残饵情况。每隔 15 d 左右用聚维酮碘对池塘水体消毒一次,根据水质情况适当换水,确保水质良好。此外,定期梳理水花生,使水花生密度适中,防止疯长造成扣蟹缺氧和水质恶化。

E1	L1	N1	E2	L2	N2
过道 aisle					
E3	L3	N3	E4	L4	N4

图 1 扣蟹养殖实验围隔分布

Fig.1 The distribution of net-enclosure for the culture experiment of juvenile *Eriocheir sinensis*

表中 E1、E2、E3、E4 为早熟品系围隔;L1、L2、L3、L4 为晚熟品系围隔;N1、N2、N3、N4 为对照品系围隔。

E1, E2, E3 and E4 are the net-enclosures for early-maturing population (EM); L1, L2, L3 and L4 are the net-enclosures for late-maturing population (LM); N1, N2, N3 and N4 are the net-enclosures for non-selective populations (NM).

1.3 数据采集

1.3.1 生长性能

自 8 月份起,每月 20 日前后采样测量扣蟹的

体质量,以评估扣蟹的生长情况,采样时用抄网从每个网箱中随机采样 300 只左右扣蟹,用干毛巾轻轻擦干体表水分后,采用电子天平精确称重(精确到 0.01 g),准确记录每只扣蟹的性别和体质量,据此计算增重率和特定生长率;其中增重率(weight gain rate, WGR)和特定生长率(specific growth rate, SGR)的计算公式如下^[10]:

$$W_{GR}(\%) = 100 \times (W_2 - W_1) / W_1 \quad (1)$$

$$S_{GR}(\%) = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

式中: W_{GR} 为增重率; S_{GR} 为特定生长率; W_1 和 W_2 分别为日龄 t_1 和 t_2 时各组扣蟹的平均质量(g)。

1.3.2 存活率、平均体质量、产量和规格分布

实验于 11 月 20 日停止,将每个围隔中的网箱提起,分别统计雌雄存活数量,并判断每只扣蟹是否一龄性早熟,雌体主要根据腹脐形状及其绒毛区分是否性早熟,雄体根据大螯绒毛覆盖比例和交接器硬化程度区分是否性早熟^[13],据此计算存活率和一龄性早熟率。

根据每个网箱中最终捕捞的所有正常扣蟹和一龄性早熟蟹总重和数量,分别计算雌雄扣蟹和早熟蟹的平均体质量,并据此计算每组产量。对捕获的所有扣蟹按体质量进行规格分级,雄蟹和雌蟹均分为 5 级: ≥ 12 g、9 ~ 11.99 g、6 ~ 8.99 g、3 ~ 5.99 g、 ≤ 3 g,分别统计 3 个群体扣蟹各规格等级所占比例。

1.4 统计分析

所有数据均采用平均值 \pm 标准误表示。采

用 SPSS 19.0 软件对实验数据进行统计分析,用 Levene 方法进行方差齐次性检测,当不满足使用齐性方差时进行反正弦或平方根处理,采用 t 检验(Independent samples t-test)检查 3 群体间各指标间的差异性,采用 Sigmaplot 10.0 软件绘图,取 $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 生长情况

图 2 为早熟 G3、晚熟 G3 及对照组在扣蟹养殖阶段的体质量变化,无论雌体还是雄体,自 8 月起晚熟 G3 的体质量始终低于对照组,而早熟 G3 的体质量始终高于对照组扣蟹,8 ~ 11 月份 3 群体扣蟹的体质量均无显著差异($P > 0.05$)。3 群体扣蟹的增重率(WGR)如图 3 所示:随着养殖时间的延长,3 群体扣蟹的增重率整体上均呈下降趋势,就雄蟹而言,整个实验期间 3 群体扣蟹增重率的大小顺序为:对照组 > 早熟 G3 > 晚熟 G3,各组扣蟹在 7 ~ 8 月之间及整个养殖阶段(7 ~ 10 月)的增重率差异显著;就雌蟹而言,各组扣蟹在各时间段的增重率差异均显著,具体表现为 7 ~ 8 月和 9 ~ 10 月两时间段内早熟 G3 增重率显著高于晚熟 G3,而 8 ~ 9 月与 9 ~ 10 月两时间段内对照组扣蟹增重率显著高于晚熟 G3($P < 0.05$)。3 群体 SGR 变化趋势及各组之间的差异显著性与 WGR 类似(图 4),总体上,3 组扣蟹在实验期间(7 ~ 10 月)的 SGR 大小顺序为:对照组 > 早熟 G3 > 晚熟 G3。

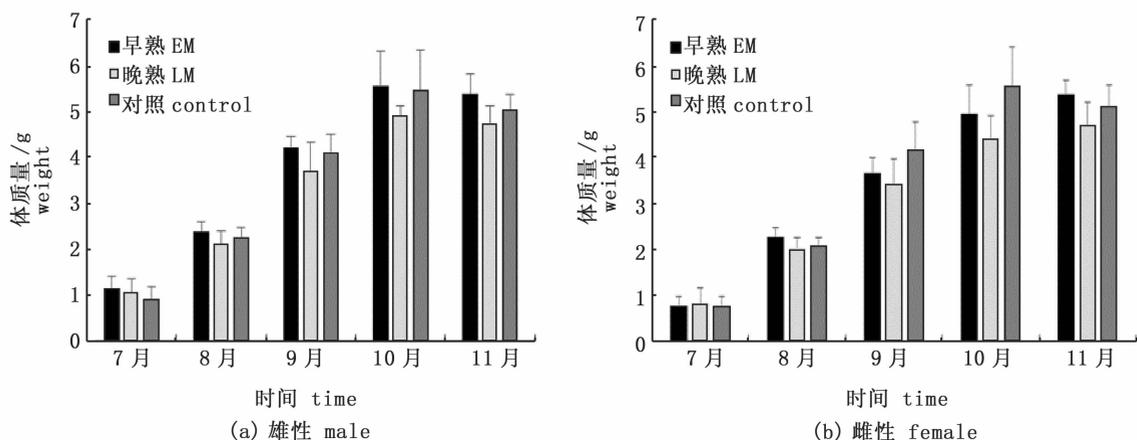


图 2 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系选育 G3 在扣蟹养殖阶段的体质量变化

Fig. 2 The changes of monthly body weight of the three populations during the juvenile crab culture stage

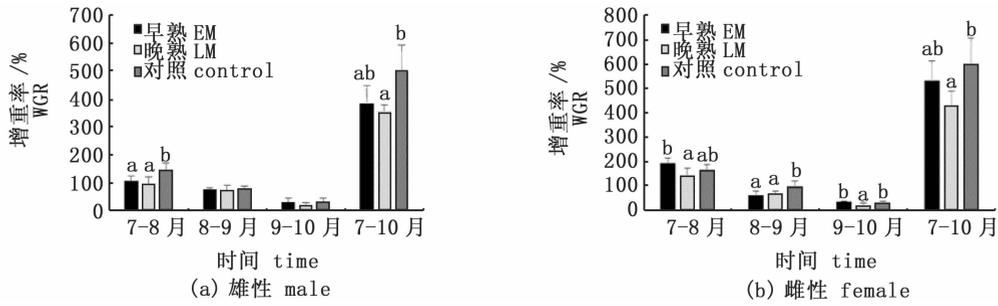


图3 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系选育 G3 在扣蟹养殖阶段的增重率变化

Fig. 3 The change of monthly WGR of the three populations during the juvenile crab culture stage

不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 表4、图2同。

Different superscripts show significant difference, the same in fig. 4 and tab. 2.

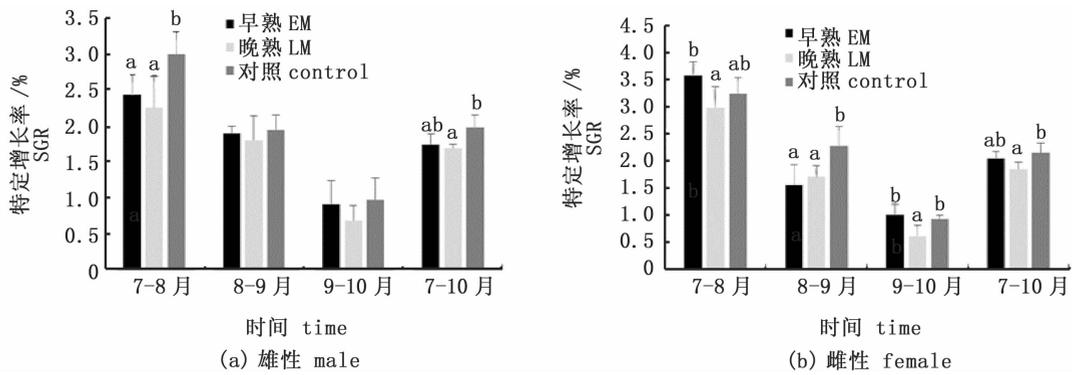


图4 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系选育 G3 在扣蟹养殖阶段的特定增长率变化

Fig. 4 The change of monthly SGR of the three populations during the juvenile crab culture stage

2.2 成活率、平均体质量、产量和规格分布

3 群体扣蟹的成活率、平均体质量和产量见表2。无论雌体还是雄体,晚熟 G3 的成活率均最高,且晚熟雌体和雌雄平均成活率显著高于对照组 ($P < 0.05$),早熟 G3 的成活率居于晚熟群体和对照组之间。就3 群体扣蟹最终平均体质量而言,3 群体雌雄扣蟹的平均体质量差异均不显著,但晚熟 G3 雌雄平均体质量显著低于早熟 G3,对照组平均体质量居于两者之间。就产量而言,3 群体高低顺序为:早熟 G3 > 晚熟 G3 > 对照组,由于不同网箱的产量差异较大,3 组扣蟹的平均产量差异不显著。

3 群体扣蟹的规格分布见图5,3 种群扣蟹体质量主要集中于 <3 g 和 3 ~ 5.99 g 这两个体质量范围内,分别占早熟和晚熟 G3 总扣蟹数量的 29.62%、44.59% 和 30.92%、53.82%。晚熟 G3 在 3 ~ 5.99 g 范围内比例最高,但在 6 ~ 8.99 g、9 ~ 11.99 g 和 > 12 g 3 个体质量范围内比例均最低,其中晚熟 G3 群体 > 12 g 的扣蟹百分比例显

著低于对照组。

表2 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系选育 G3 在扣蟹养殖阶段的成活率、平均体质量和产量

Tab.2 Survival, average body weight and yield of the three populations during the juvenile crab culture stage

项目 items	早熟群体 EM	晚熟群体 LM	对照组 control
成活率/% survival			
雄体 male	49.90 ± 9.34	54.27 ± 14.89	41.50 ± 5.08
雌体 female	54.90 ± 7.60 ^{ab}	59.47 ± 16.93 ^b	39.80 ± 2.18 ^a
总体 pooled	52.40 ± 5.57 ^{ab}	56.87 ± 15.42 ^b	40.65 ± 3.56 ^a
体质量/g weight			
雄体 male	5.39 ± 0.43	4.75 ± 0.38	5.03 ± 0.35
雌体 female	5.34 ± 0.31	4.69 ± 0.37	5.10 ± 0.45
总体 pooled	5.36 ± 0.35 ^b	4.72 ± 0.31 ^a	5.07 ± 0.37 ^{ab}
产量/(g/m ²) yield			
	310.27 ± 51.12	270.83 ± 35.35	257.67 ± 33.66

3 讨论

3.1 生长性能

研究表明,以长江水系养殖和野生群体为基础群体进行二龄早熟(养选)和晚熟(野选)品系选育,选育第一代(G1)在扣蟹养殖阶段显示出一定的生长差异,二龄早熟群体在扣蟹阶段生长速度相对较快,因此二龄早熟群体 G1 在扣蟹阶段的一龄早熟率较高,二龄晚熟的一龄早熟率较低^[1]。本研究结果表明,选育第三代(G3)二龄早熟和晚熟品系在扣蟹阶段生长速度仍然具有较大差异,二龄早熟群体扣蟹的增重率(W_{GR})和特定增长率(S_{GR})在7-8月和9-10月显著高于二龄晚熟群体,这可能是经过累代选育二龄早熟群体扣蟹的生长速度得以提高,从而在成蟹阶段能够提前完成生殖蜕壳。就整个扣蟹实验阶段(7-10月底)而言,无论雌体还是雄体,二龄晚熟群体扣蟹的增重率和特定增长率均显著低于对照组,可能原因如下:(1)经过累代选育二龄晚熟群体扣蟹的生长速度变慢,因此最终平均体质量也略低于对照组;(2)对照组扣蟹最终的成活率显著低于二龄晚熟群体,对照组扣蟹养殖后期密度较低,而低密度条件下扣蟹生长速度较快^[14],这可能也是对照组扣蟹后期生长速度较快的原因之一。因此,今后进行河蟹选育品系养殖性能评价时,需要定期检查成活率和及时调整养殖密度,从而使得生长性能评价更加客观。

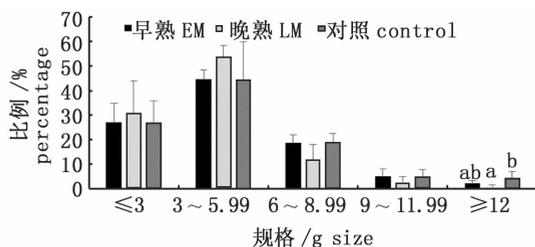


图5 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系选育 G3 养殖扣蟹的规格分布

Fig. 5 Harvest size distribution of different body weight ranges from the three populations

3.2 最终养殖效果和早熟率比较

二龄早熟和晚熟选育组扣蟹的最终成活率均高于对照组,这可能与连续多代采用活力较强的亲本进行繁殖有关,同期的免疫性能研究表明,选育扣蟹病菌攻毒后的成活率和大部分免疫

指标均优于对照组,类似的现象在对虾上也有发现^[15]。研究表明,甲壳动物的生长和抗病性能可能具有加性效应^[16],通过合理的选育策略可以使得虾类的生长和抗病性能均得以提高^[17-18]。扣蟹养殖最终经济效益主要与正常幼蟹的平均体质量和产量有关,通常扣蟹规格越大价格越高^[5],本研究结果表明,二龄早熟群体不仅最终扣蟹平均体质量最大,且大规格扣蟹比例和产量均较高,因此,二龄早熟群体在扣蟹阶段具有较好的养殖性能和经济效益。二龄晚熟群体最终扣蟹平均体质量最小,单产略高于对照组,因此二龄晚熟群体的养殖效果和对照组接近,今后可以通过降低养殖密度和提高饵料营养等方法,提高二龄晚熟群体的扣蟹平均体质量^[12,19]。

此外,本实验中,3组扣蟹最终均没有观察到一龄性早熟个体,而先前室外土池养殖中长江流域扣蟹一龄早熟率通常在5%~15%^[5],这可能与两个因素有关。首先,本实验中采用网箱养殖扣蟹,网箱养殖条件扣蟹一龄早熟率通常低于土池养殖,有研究报道长江水系池塘内网箱养殖扣蟹一龄性早熟率在1.5%左右^[20],这远低于相同密度下池塘养殖扣蟹一龄性早熟率;其次,2015年扣蟹养殖实验期间,特别是7-8月阴雨天较多,导致2015年扣蟹养殖期间的平均水温低于往年,这也可能是扣蟹一龄性早熟率较低的原因之一^[13,21]。

综上,河蟹选育二龄早熟群体在扣蟹养殖时比二龄晚熟群体具有更快的生长速度和更高的产量,且二龄早熟群体和对照组最终大规格扣蟹比例较高,二龄晚熟群体在扣蟹阶段成活率显著高于对照组,进一步研究需要评估二龄早熟和晚熟群体在成蟹阶段的养殖性能和最终营养品质,以全面评价选育群体的养殖性能和经济性状。

参考文献:

- [1] 何杰. 遗传选育对长江水系中华绒螯蟹养殖性能、遗传多样性和营养品质的影响[D]. 上海:上海海洋大学, 2015: 76-99.
- HE J. Effect of genetic breeding on the culture performance, genetic diversity and nutritional quality of the Chinese mitten crab[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2015: 76-99.
- [2] 农业部渔业渔政管理局. 2015年中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社, 2015: 28-36.
- Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture, PRC. 2015

- China fishery statistical yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2015: 28-36.
- [3] 王武,王成辉,马旭洲. 河蟹生态养殖[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 59-84.
WANG W, WANG C H, MA X Z. Ecological culture of Chinese mitten crab aquaculture [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2013: 59-84.
- [4] 何杰,吴旭干,姜晓东,等. 野生和人工繁育大眼幼体在成蟹阶段的养殖性能比较[J]. 上海海洋大学学报, 2015, 24(1): 60-67.
HE J, WU X G, JIANG X D, et al. Comparison of the culture performance of wild-caught and artificial breeding Chinese mitten crab megalopae reared in the grow-out ponds during the adult *Eriocheir sinensis* culture stage[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2015, 24(1): 60-67.
- [5] 何杰,吴旭干,龙晓文,等. 长江水系中华绒螯蟹野生和养殖群体选育子一代养殖性能和性腺发育的比较[J]. 海洋与湖沼, 2015, 46(4): 808-818.
HE J, WU X G, LONG X W, et al. Culture performance and gonadal development of the first generation of selectively-bred Chinese mitten crabs from wild and cultured populations [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2015, 46(4): 808-818.
- [6] 张世勇,傅洪拓,乔慧,等. 中华绒螯蟹遗传育种研究进展[J]. 中国农学通报, 2013, 29(20): 39-45.
ZHANG S Y, FU H T, QIAO H, et al. Research progression genetics and breeding of *Eriocheir sinensis* [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(20): 39-45.
- [7] 朱清顺,柏如发,邓燕飞. 中华绒螯蟹‘长江1号’生长性能的比较研究[J]. 农学学报, 2012, 2(1): 53-57.
ZHU Q S, BAI R F, DENG Y F. Comparison on growth performance of crab (*Eriocheir sinensis*) strain Chang Jiang 1 [J]. Journal of Agriculture, 2012, 2(1): 53-57.
- [8] 全国水产技术推广总站. 2010 水产新品种推广指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
National Fisheries Technology Promotion Station. Guidelines for the promotion of new varieties of aquatic products 2010 [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011.
- [9] 全国水产技术推广总站. 2013 水产新品种推广指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
National Fisheries Technology Promotion Station. Guidelines for the promotion of new varieties of aquatic products 2013 [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2014.
- [10] HE J, WU X G, LI J Y, et al. Comparison of the culture performance and profitability of wild-caught and captive pond-reared Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) juveniles reared in grow-out ponds: implications for seed selection and genetic selection programs [J]. Aquaculture, 2014, 434: 48-56.
- [11] CHENG Y X, WU X G, YANG X Z, et al. Current trends in hatchery techniques and stock enhancement for Chinese mitten crab, *Eriocheir japonica sinensis* [J]. Reviews in Fisheries Science, 2008, 16(1/3): 377-384.
- [12] WU X G, WANG Z K, CHENG Y X, et al. Effects of dietary phospholipids and highly unsaturated fatty acids on the precocity, survival, growth and hepatic lipid composition of juvenile Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) [J]. Aquaculture Research, 2011, 42(3): 457-468.
- [13] 张列士,徐琴英. 自然及养殖水体河蟹性成熟和性早熟的研究[J]. 水产科技情报, 2001, 28(3): 106-111.
ZHANG L S, XU Q Y. Studies on sex maturity and early maturity of mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in natural and farming water [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2001, 28(3): 106-111.
- [14] LI X D, DONG S L, LEI Y Z, et al. The effect of stocking density Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* on rice and crab seed yields in rice-crab culture systems [J]. Aquaculture, 2007, 273(4): 487-493.
- [15] COCK J, GITTERLE T, SALAZAR M, et al. Breeding for disease resistance of penaeid shrimps [J]. Aquaculture, 2009, 286(1/2): 1-11.
- [16] GITTERLE T, RYE M, SALTE R, et al. Genetic (co) variation in harvest body weight and survival in *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* under standard commercial conditions [J]. Aquaculture, 2005, 243(1/4): 83-92.
- [17] VAN DER WAAIJ E H, BIJMA P, BISHOP S C, et al. Modeling selection for production traits under constant infection pressure [J]. Journal of Animal Science, 2000, 78(11): 2809-2820.
- [18] ARGUE B J, ARCE S M, LOTZ J M, et al. Selective breeding of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for growth and resistance to Taura Syndrome Virus [J]. Aquaculture, 2002, 204(3/4): 447-460.
- [19] 何正佩,印骏,朱雅珠. 密度、营养与河蟹蟹种生长及性早熟之间的相关关系[J]. 水产科技情报, 1999, 26(2): 73-75, 81.
HE Z K, YIN J, ZHU Y Z. Co-relation between density nutrition and growth prematuration of young mitten crab [J]. Fisheries Science & Technology Information, 1999, 26(2): 73-75, 81.
- [20] 董鹏生,刘青,吴旭干,等. 中华绒螯蟹一龄性早熟和二龄成熟家系扣蟹阶段生长和早熟的比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2016, 25(1): 51-60.
DONG P S, LIU Q, WU X G, et al. The comparison of the growth and precocity of juvenile *Eriocheir sinensis* from one-year precocious family and two-year normally mature family during the first year culture stage [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2016, 25(1): 51-60.
- [21] 杜晓燕,张德隆,赵金利,等. 池养河蟹性早熟现象的初步分析[J]. 大连水产学院学报, 2000, 15(4): 254-258.
DU X Y, ZHANG D L, ZHAO J L, et al. Preliminary analysis on precocious phenomenon of mitten crab, *Eriocheir*

The evaluation of culture performance of the second-year early-maturing and late-maturing strains of the third selective generation during the juvenile culture of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)

WANG Yawei¹, JIANG Xiaodong¹, WU Xugan^{1,2}, HE Jie¹, LIU Qing^{1,3}, WANG Youpeng², CHENG Yongxu^{1,3}

(1. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Suqian Xubang Fisheries Science and Technology Co. Ltd, Sihong 223900, Jiangsu, China; 3. Collaborative Innovation Center of Aquatic Animal of Genetics and Breeding, Shanghai 201306, China)

Abstract: The extension of maturing time of second-year *Eriocheir sinensis* is one of the important breeding goals, and the early-maturing (EM) and late-maturing (LM) of second-year *E. sinensis* have been mass selected to the third generation (G3), but their juvenile culture performance is not evaluated to date. Therefore, this study was designed to compare the culture performance of EM, LM and non-selective populations (as the control) during the juvenile culture stage of *E. sinensis* based on the methods of selective breeding, culture experiments and regular sampling. The results showed that: (1) The females of EM had the significantly higher weight gain rate (WGR) and specific growth rate (SGR) than those of LM during the periods of Jul. to Aug. and Sep. to Oct. ($P < 0.05$). Despite of males or females, the WGR of LM was significantly lower than that of control treatment during the period of Jul. to Oct. ($P < 0.05$), and the order of WGR for three populations was control > EM > LM throughout the experiment ($P > 0.05$). (2) The similar survival was detected between EM and LM juveniles, however, the significantly higher survival was found in LM than the control treatment; The final mean weight of EM was significantly higher than that of LM juveniles, and the final body weight of control treatment was between EM and LM; In harvest, the juvenile production order of the three populations was EM > LM > control. (3) As for the size distribution of juvenile crabs, the body weight of most juveniles were concentrated on the ranges of 0-3 g and 3-6 g, and LM had the highest percentages in those two ranges. In conclusion, EM population showed the faster growth than the other two populations, resulting in the greater final average body weight and higher yield during juvenile crab culture stage, and LM had the significantly higher survival than control treatment; therefore, two selective populations of *E. sinensis* have their good traits during the juvenile culture stage.

Key words: Chinese mitten crab; mass selective breeding; gonad maturation time of second year culture; juvenile crab culture stage; culture performance