

文章编号: 1674-5566(2019)06-0873-09

DOI:10.12024/jsou.20181202469

## 长江水系野生中华绒螯蟹 $F_1$ 不同规格仔蟹在扣蟹阶段养殖性能比较

王世会<sup>1,2</sup>, 王海宁<sup>1</sup>, 李清清<sup>1</sup>, 吴旭干<sup>1,3,4</sup>, 成永旭<sup>1,3,4</sup>

(1. 上海海洋大学 农业农村部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070; 3. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心, 上海 201306; 4. 上海海洋大学 水产动物遗传育种上海市协同创新中心, 上海 201306)

**摘要:** 长江水系野生中华绒螯蟹  $F_1$  具有优异的养殖性能, 但  $F_1$  不同规格仔蟹对扣蟹养殖性能的影响并不清楚。本研究系统地比较了长江水系野生中华绒螯蟹  $F_1$  不同规格仔蟹在扣蟹养殖阶段的生长、成活率、早熟率、产量、养成规格和饵料系数等指标。结果表明: (1) 生长阶段, 小规格组扣蟹的平均体质量始终低于大规格组。就雌体而言, 6—7 月和 8—9 月, 小规格组扣蟹的增重率(WGR)和特定生长率(SGR)显著高于大规格组( $P < 0.05$ ); 就雄体而言, 6—7 月和 7—8 月, 小规格组扣蟹的 WGR 和 SGR 显著高于大规格组( $P < 0.05$ )。 (2) 小规格组正常扣蟹平均体质量低于大规格组, 成活率较高, 但无显著性差异( $P > 0.05$ )。小规格组最终养成扣蟹无一龄早熟现象, 而大规格组则存在一定的早熟率。小规格组饵料系数(FCR)显著低于大规格组( $P < 0.05$ )。 (3) 就最终规格分布而言, 小规格组养成扣蟹规格主要集中于 0~6.00 g, 所占百分比为 80.09%; 大规格组养成扣蟹规格主要集中于 3.00~9.00 g, 所占百分比为 70.56%。长江水系野生中华绒螯蟹  $F_1$  不同规格仔蟹在扣蟹养殖阶段养殖性能存在差异, 这为野生中华绒螯蟹的种质资源评价和优良性状挖掘提供依据。

**关键词:** 长江水系; 中华绒螯蟹; 野生; 不同规格; 扣蟹; 养殖性能

**中图分类号:** S 966.1      **文献标志码:** A

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)隶属于节肢动物门(Arthropoda)、甲壳纲(Crustacea)、十足目(Decapoda)、方蟹科(Grapsidae)、绒螯蟹属(*Eriocheir*), 俗称河蟹或大闸蟹, 是东亚地区重要的经济养殖蟹类<sup>[1]</sup>。土著中华绒螯蟹野生资源主要分布于中国辽河、黄河、长江、瓯江和闽江等河口流域。纬度范围为 24°N~43°N, 经度范围为 112°E~124°E, 分布中心在江淮之间<sup>[2]</sup>。2017 年中华绒螯蟹产量达 75.09 万 t, 产值超 500 亿元, 其中长江流域是全国养殖面积和产量最大的区域<sup>[3]</sup>。长江流域中华绒螯蟹因其养殖性能优、营养价值高、规格大而备受养殖户和消费者欢迎<sup>[4]</sup>, 但在 20 世纪 80 年代, 长江流域野生中华绒螯蟹资源量曾因水污染、大坝建设和过度捕捞等原因而极速减少<sup>[5]</sup>。伴随着长江流域禁渔期

和增殖放流等政策的执行, 中华绒螯蟹野生资源得到一定程度的恢复, 并允许适度开发利用<sup>[6-7]</sup>。何杰等<sup>[8]</sup>对野生和人工繁育大眼幼体在成蟹阶段的养殖性能进行比较, 结果显示: 中华绒螯蟹野生群体雄蟹在 5—6 月、7—8 月, 雌蟹在 8—9 月的增重率(weight growth rate, WGR)和特定生长率(specific growth rate, SGR)显著高于人工繁育群体; 野生群体养成成蟹的成活率略低于人工繁育群体, 但成蟹规格显著高于人工养殖群体。何杰等<sup>[9]</sup>对中华绒螯蟹长江野生与养殖种群选育  $F_1$  代养殖性能进行比较, 结果显示: 扣蟹养殖阶段, 野选  $G_1$  和养选  $G_1$  的早熟率均要低于对照组; 成蟹养殖阶段, 6—8 月野选  $G_1$  雄体 WGR 和 SGR 显著低于其他两组, 8—9 月则显著高于其他两组; 野选  $G_1$  雌体的生长速度仅在 6—7 月明显

收稿日期: 2018-12-13      修回日期: 2019-05-09

基金项目: 现代农业产业技术体系专项(CARS-48); 江苏省渔业科技类项目(D-2018-4); 上海市高水平大学建设研究项目(A1-2801-18-1003)

作者简介: 王世会(1986—), 男, 博士研究生, 研究方向为河蟹育种与生态养殖。E-mail: firstwsh@163.com

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

低于其他两组,7—9月则反之。赵恒亮<sup>[10]</sup>对辽河、黄河和长江流域中华绒螯蟹野生扣蟹在成蟹阶段的养殖性能和性腺发育进行了比较,结果表明,长江种群雄体在7—9月和9—11月的WGR和SGR显著高于辽河种群;三水系中华绒螯蟹性腺发育速度存在显著差异;长江种群养成规格最大,同时大规格中华绒螯蟹个体比例最高。

综上所述,已有相关文献对长江水系野生中华绒螯蟹种质资源进行开发利用,但要系统评价长江水系野生中华绒螯蟹种质资源现状,还有许多工作要做。因此,为更加完善地建立长江水系野生中华绒螯蟹种质资源评价体系,本文探讨长江水系野生中华绒螯蟹F<sub>1</sub>不同规格仔蟹养殖性能的差异,以期对中华绒螯蟹种质资源评价和优良性状挖掘提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验用蟹及亲本管理

2017年11—12月,于江苏省镇江市长江流域(32.11°N,119.27°E)收集野生中华绒螯蟹,挑选背甲额齿尖锐、疣突明显且活力旺盛的个体作为繁育亲本。共收集106只雌蟹和33只雄蟹,体质量分别为(103.43 ± 1.34)g和(150.36 ± 4.23)g。野生亲本运输至辽宁盘锦光合蟹业有限公司如东育苗基地,暂养于水泥池中,待亲本无死亡后,开始交配。交配水体的盐度为15以上,雌雄成蟹配对比例约为3:1。交配期间需每天记录水温,2~3d投喂一次冰鲜鱼,投喂量为总体质量的3%~6%(具体依据水温和摄食情况而定)。亲本交配15~20d后,剔除雄蟹,抱卵蟹继续养殖于池塘中用于繁殖。5月初将大眼幼体运输至上海海洋大学崇明试验基地分池养殖至仔蟹,其间投喂冰冻桡足类和破碎配合饲料(安徽华亿农牧科技有限公司)。6月10日挑选活力旺盛的不同规格仔蟹(0.36 ± 0.05)g和(1.06 ± 0.11)g,用于扣蟹阶段养殖性能的比较实验。

### 1.2 实验池塘及养殖管理

扣蟹阶段养殖性能实验开始于6月10日,所用池塘由等大的养殖围隔构成,围隔呈“回”字形。围隔总面积约60m<sup>2</sup>(长×宽=7.8m×7.8m),围隔中间为一水坑,长×宽×深=6m×4m×0.7m。每个水坑中放入一实验网箱(长×宽×高=2m×2m×1m),每网箱四周的上沿内

外均设置25cm高的防逃塑料板,防止网箱内实验蟹攀爬逃逸,同时防止外部杂蟹进入网箱内干扰实验结果。水坑四周平台于6月中下旬种植水稻。每种规格仔蟹设置4个重复,密度均为400只/网箱,各网箱之间水流相通,水质基本一致,每个围网和网箱内各种植一定数量伊乐藻(*Elodea nuttallii*)和水花生(*Alternanthera philoxeroides*),以供扣蟹隐蔽,同时有利于降低围网箱内的水温,网箱内的水花生和伊乐藻分布和数量基本一致。养殖期间每日下午5点投喂配合饲料(安徽华亿农牧科技有限公司),投喂量约占蟹体质量的1%~6%(具体依据水温和摄食情况而定)。每月将网箱抬起大致检查一下是否有漏洞,是否有杂蟹进入摄食小扣蟹,发现异常情况要立即处理。每周用水质测定试剂盒测定一次水质,测定和记录网箱中的氨氮、亚硝酸盐和pH,以保证扣蟹在适宜的环境中生长。定期消毒(盐度为8的聚维酮碘每20~30d使用1次)并灌注新水(7d换1次水)。此外,定期梳理水花生,不要让其疯长,覆盖面积控制在网箱内水面的60%左右,防止疯长造成扣蟹缺氧和水质恶化。用自动水温记录仪记录养殖池塘水表层下40cm处水温。

### 1.3 数据采集及分析

#### 1.3.1 生长性能

每月10日前后从网箱中随机测量雌雄个体各100只。用毛巾擦干蟹体表面水分,电子天平精确称体质量(精确到0.01g),依此计算增重率(WGR)和特定生长率(SGR)。

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

$$S_{GR}(\%/d) = 100 \times (\ln W_t - \ln W_{t-1}) / D \quad (2)$$

式中: $W_t$ 为第 $t$ 月蟹的平均体质量,g; $W_{t-1}$ 为第 $t-1$ 月蟹的平均体质量,g; $D$ 为采样的间隔时间,d。

#### 1.3.2 早熟率

8月份以后,参照王武等<sup>[11]</sup>的判别方法,判别网箱内扣蟹是否早熟。雄体主要依据交接器是否突出和硬化、大螯绒毛覆盖面积和长度,壳是否为青色;雌体主要依据腹脐形状、腹脐绒毛长度和壳的颜色。准确记录各月雌雄早熟蟹的只数,用于计算早熟率。

#### 1.3.3 成活率、产量及饵料系数

扣蟹养殖性能实验于11月10日停止,移出

网箱内水花生。统计每个网箱内雌雄个体数量,计算成活率;统计每个网箱中正常扣蟹产量,早熟蟹产量及总产量;根据消耗饲料质量与扣蟹总增重量之间的关系,计算饵料系数 (feed conversion ratio, FCR)。

$$R_{FC} = W_F / (W_T - W_0) \quad (3)$$

式中: $R_{FC}$ 为饵料系数; $W_F$ 为消耗的饲料总质量,g; $W_T$ 为最终养成扣蟹总质量,g; $W_0$ 为起始放养仔蟹总质量,g。

#### 1.3.4 最终平均规格和规格分布

将各网箱内的雌雄蟹逐个称量,记录性别和缺腿情况。分别计算正常扣蟹和早熟蟹的平均体质量。根据体质量差异将扣蟹分为 5 个等级: $<3.00$  g, $3.00 \sim 5.99$  g, $6.00 \sim 8.99$  g, $9.00 \sim 11.99$  g, $\geq 12.00$  g,统计各规格等级的比例,用于

计算规格分布。

#### 1.3.5 数据分析

应用 SPSS 16.0 软件对实验数据进行统计分析,所有数据均采用平均值  $\pm$  标准误 (Mean  $\pm$  SE) 表示。采用 Levene 法进行方差齐性检验,当不满足齐性方差时对百分比数据进行反正弦或平方根处理。采用独立  $t$  检验 (independent samples  $t$ -test) 检查各项指标间的差异性, $P < 0.05$  为差异显著, $P < 0.01$  为差异极显著。

## 2 结果

### 2.1 生长性能

由图 1 可知,养殖池塘水温极值出现于 2018 年 07 月 30 日,数值为  $31.43$   $^{\circ}\text{C}$ 。从 9 月初开始池塘水温逐渐降低,呈波动性下降。

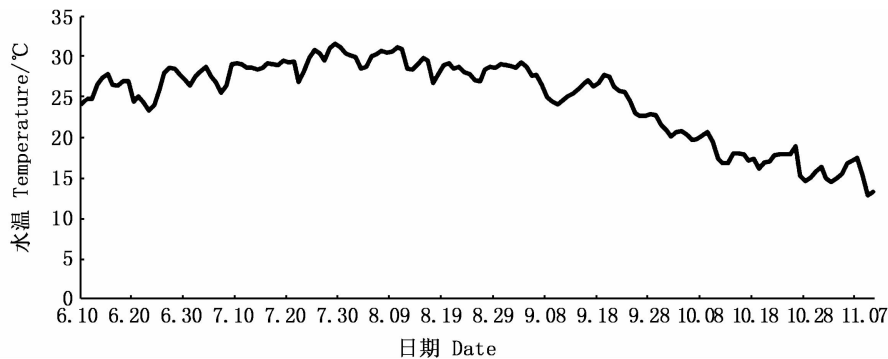


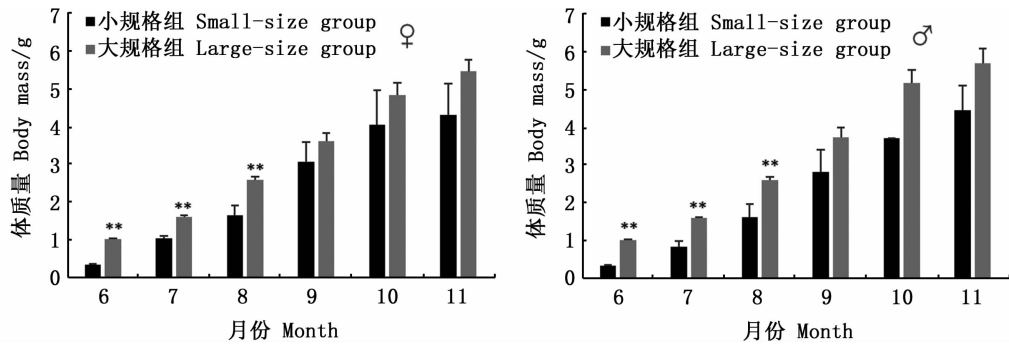
图 1 扣蟹养殖阶段池塘水温变化

Fig. 1 Variation of water temperature during juvenile *E. sinensis* culture stage

由图 2 可知,在扣蟹养殖阶段,小规格组扣蟹平均体质量始终低于大规格组。其中 6 月、7 月和 8 月,小规格组扣蟹的平均体质量极显著低于大规格组 ( $P < 0.01$ ); 其余月份两组扣蟹平均体质量无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

两组扣蟹各月增重率和特定生长率如图 3 和图 4 所示。对雌体而言,6—7 月小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 极显著高于大规格组 ( $P < 0.01$ ), 8—9 月小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 显著高于大

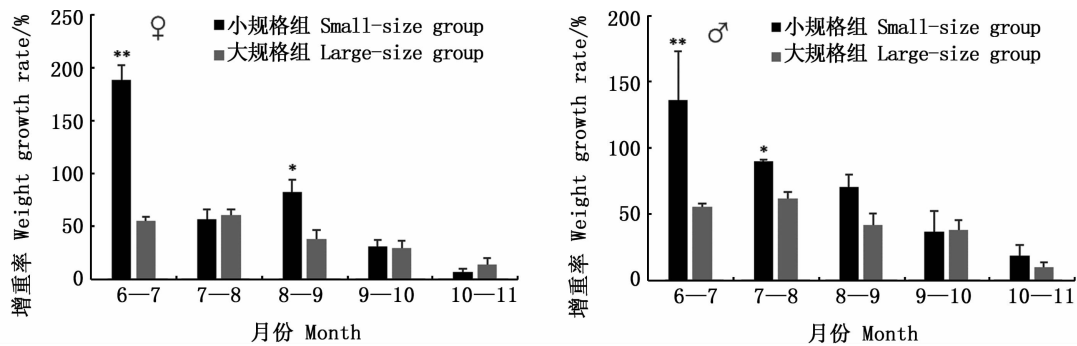
规格组 ( $P < 0.05$ ), 其余各月两组间 WGR 和 SGR 均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。对雄体而言,除 9—10 月小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 略低于大规格组外,其余各月小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 均高于大规格组,其中 6—7 月,小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 极显著高于大规格组 ( $P < 0.01$ )。7—8 月小规格组扣蟹 WGR 和 SGR 显著高于大规格组 ( $P < 0.05$ ); 其余各月两组间 WGR 和 SGR 均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。



\* \* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )  
 \* \* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

图2 扣蟹养殖阶段体质量变化情况

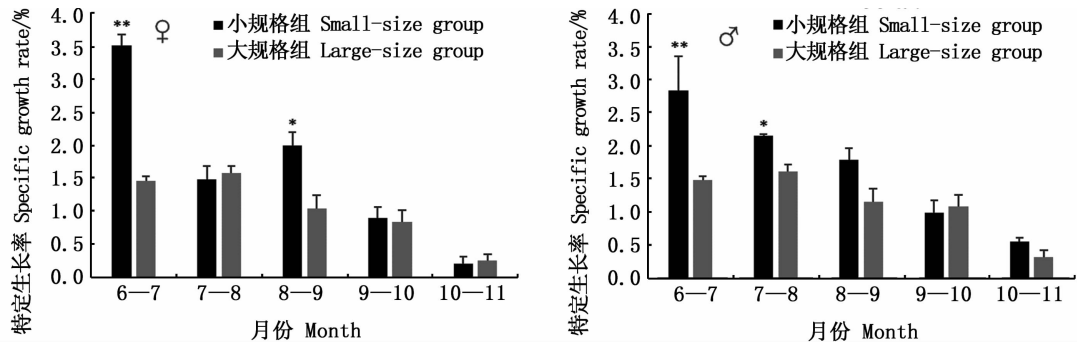
Fig.2 The changes of monthly body mass during juvenile *E. sinensis* culture stage



\* 表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), \* \* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )  
 \* means significant difference ( $P < 0.05$ ), \* \* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

图3 扣蟹阶段增重率比较

Fig.3 The comparison of mean monthly body weight gain rate (WGR) during juvenile *E. sinensis* culture stage



\* 表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), \* \* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )  
 \* means significant difference ( $P < 0.05$ ), \* \* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

图4 扣蟹阶段特定生长率比较

Fig.4 The comparison of specific growth rate (SGR) during juvenile *E. sinensis* culture stage

2.2 养殖规格、成活率、早熟率、产量及饵料系数

扣蟹阶段的养殖规格、成活率、早熟率、产量及饵料系数等详见表1和表2。就扣蟹养成规格而言,大规格组正常扣蟹最终平均体质量均大于

小规格组,但无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。大规格组正常扣蟹雌体平均体质量为  $(5.24 \pm 0.35)$  g, 雄体为  $(5.58 \pm 0.46)$  g, 总体为  $(5.41 \pm 0.28)$  g, 分别比小规格组正常扣蟹平均体质量高

21.02%、24.55% 和 22.95%。大规格组早熟蟹 (12.98 ± 2.88) g, 总体为 (15.13 ± 1.65) g, 而小规格组则无早熟蟹。就产量而言, 大规格组正常扣蟹产量为 (2 310.93 ± 214.02) kg/hm<sup>2</sup>, 小规格组正常扣蟹产量为 (2 100.67 ± 100.67) kg/hm<sup>2</sup>。大规格组

表 1 扣蟹养殖阶段产出的正常扣蟹和早熟蟹规格比较

Tab.1 Mean body mass during juvenile *E. sinensis* culture stage

项目 Item	正常扣蟹平均体质量 Mean body mass of normal coin-size juvenile			早熟蟹平均体质量 Mean body mass of precocious crab		
	雌体 Female	雄体 Male	总体 Pooled	雌体 Female	雄体 Male	总体 Pooled
	大规格组 Large-size group	5.24 ± 0.35	5.58 ± 0.46	5.41 ± 0.28	17.29 ± 1.37 * *	12.98 ± 2.88 * *
小规格组 Small-size group	4.33 ± 0.83	4.48 ± 0.67	4.40 ± 0.44	-	-	-

注: \* \* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Notes: \* \* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

就成活率而言, 小规格组扣蟹成活率略高于大规格组, 但无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。大规格组早熟率为 (4.90 ± 1.04)%, 小规格组无早熟蟹。就产量而言, 大规格组正常扣蟹产量为 (2 310.93 ± 214.02) kg/hm<sup>2</sup>, 小规格组正常扣蟹产量为 (2 100.67 ± 100.67) kg/hm<sup>2</sup>。大规格组

正常扣蟹产量略高于小规格组, 但无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。大规格组早熟蟹产量为 (337.37 ± 89.80) kg/hm<sup>2</sup>, 小规格组无早熟蟹。大规格组扣蟹总产量略高于小规格组, 无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。就饵料系数 (FCR) 而言, 大规格组 FCR 要显著高于小规格组 ( $P < 0.05$ )。

表 2 不同规格中华绒螯蟹在扣蟹养殖阶段的成活率、早熟率、产量和饵料系数比较

Tab.2 Survival rate, yield and feed conversion ratio (FCR) of the different

*E. sinensis* sizes during juvenile culture stage

项目 Item	成活率 Survival rate/ %	早熟率 Precocious rate/ %	产量 Yield/(kg/hm <sup>2</sup> )			饵料系数 FCR
			正常扣蟹 Normal coin-size juvenile	早熟蟹 Precocious crab	总产量 Total yield	
大规格组 Large-size group	45.67 ± 4.75	4.90 ± 1.04 * *	2 310.93 ± 214.02	337.37 ± 89.80 * *	2 648.28 ± 210.28	2.87 ± 0.22 *
小规格组 Small-size group	56.32 ± 3.94	-	2 100.67 ± 100.67	-	2 100.67 ± 100.67	1.63 ± 0.35

注: \* 表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), \* \* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Notes: \* means significant difference ( $P < 0.05$ ), \* \* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

### 2.3 最终扣蟹规格分布

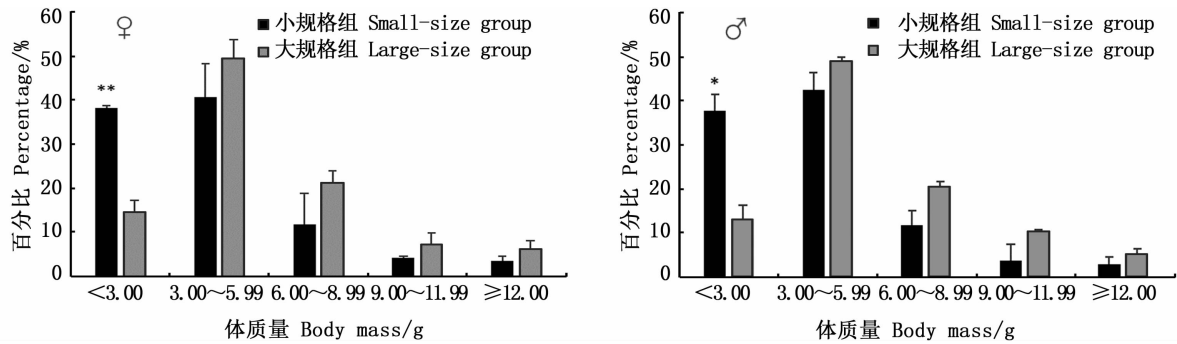
图 5 为最终养成扣蟹规格分布情况, 两组养成扣蟹各规格百分比均呈正态分布。小规格组最终养成扣蟹规格主要集中在 0 ~ 6.00 g, 此范围雌体扣蟹所占百分比为 79.63% ± 8.20%, 雄体所占百分比为 80.55% ± 2.29%。大规格组扣蟹规格则主要集中于 3.00 ~ 9.00 g, 此范围雌体扣蟹所占整体扣蟹百分比为 71.11% ± 3.33%, 雄体所占百分比为 70.00% ± 2.72%。就雌体而言, 小规格组 < 3.00 g 的扣蟹比例极显著高于大规格组 ( $P < 0.01$ )。其余各体质量范围内, 大规格组扣蟹所占比例均略高于小规格组, 但无显著差异 ( $P > 0.05$ )。就雄体而言, 小规格组 < 3.00 g 的扣蟹比例显著高于大规格组 ( $P < 0.05$ )。其余各体质量范围内, 大规格组所占比例均略高于小规格组, 但无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

首次比较了长江水系野生中华绒螯蟹  $F_1$  不同规格仔蟹在扣蟹养殖阶段的生长、成活率、饵料系数等经济性性状, 这对长江水系野生中华绒螯蟹种质资源开发利用具有一定的理论及现实意义。研究表明, 在相似的池塘养殖条件下, 大规格组仔蟹最终养成扣蟹的平均体质量大于小规格组, 这说明仔蟹规格大小影响到最终扣蟹的规格大小, 暗示着扣蟹的生长性能与遗传有关。这与先前发表文献结果一致。董鹏生等<sup>[12]</sup>比较了一龄早熟家系和二龄正常成熟家系  $F_1$  代扣蟹阶段养殖性能差异, 结果表明二龄正常成熟家系  $F_1$  最终养成扣蟹规格大于一龄早熟家系  $F_1$ , 暗示亲本大小影响子代生长性能。这与我国目前水产动物新品种选育方向是一致的, 生长性状是其选育的主要标准, 揭示了生长性状的可遗传

性<sup>[13-15]</sup>。小规格组最终扣蟹的平均体质量为 $(4.40 \pm 0.44)$  g,而大规格组为 $(5.41 \pm 0.28)$  g,这与何杰等<sup>[9]</sup>研究结果基本一致,但与董鹏生等<sup>[12]</sup>最终养成扣蟹平均体质量相差较大,推测是遗传和环境因素共同作用的结果,因为水产动物的生长与营养、水温、光照和遗传等均具有重要的相关性。本研究中扣蟹的WGR和SGR整体上呈现逐渐下降的趋势,这与之前报道的中华绒螯

蟹生长规律相一致<sup>[9-10,16-17]</sup>。小规格组扣蟹的WGR和SGR整体上大于大规格组扣蟹,说明两种规格仔蟹生长性能存在一定差异。虽然两组密度均为400只/网箱,但小规格组仔蟹相对享有较大空间,相对密度较低,而较低密度水生生物则会出现一定的补偿生长现象<sup>[18]</sup>。因此,小规格组扣蟹的WGR和SGR要高于大规格组扣蟹。



\* 表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), \*\* 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

\* means significant difference ( $P < 0.05$ ), \*\* means extremely significant difference ( $P < 0.01$ )

图5 扣蟹最终的规格分布

Fig. 5 Harvest size distribution of juvenile *E. sinensis* culture stage

1龄性早熟是指中华绒螯蟹在第一年扣蟹养殖阶段即达到了性成熟<sup>[19]</sup>。扣蟹养殖阶段,一般会存在15%~30%的1龄性早熟蟹<sup>[20]</sup>。1龄早熟蟹在第二年养殖过程中基本不会再蜕壳生长,同时由于其规格偏小,实用价值很低,给中华绒螯蟹产业发展带来了巨大的危害<sup>[21]</sup>。关于1龄中华绒螯蟹性早熟的形成原因众说纷纭,总结起来主要是遗传<sup>[22-23]</sup>和环境<sup>[24-26]</sup>两大因素。慈元吉<sup>[27]</sup>对性早熟蟹与非性早熟蟹眼柄和肝胰腺进行转录组数据分析。结果表明,早熟蟹内核糖体蛋白基因、热休克蛋白基因和线粒体相关蛋白基因表达量显著高于非早熟蟹。成永旭等<sup>[28]</sup>认为性早熟蟹主要是由于养殖过程中不均衡营养造成的。本研究结果表明,大规格组扣蟹的早熟率为4.90%,而小规格组则无早熟蟹。与文献<sup>[9,12]</sup>报道比较,本文早熟率较低。在其他环境因素相似条件下,推测可能与温度有直接关系。2018年度扣蟹养殖池塘水温 $\geq 30$  °C的天数仅占总统计天数的9.8%,这与以往年份(2017年度为26.80%)相比,池塘水温因素显著不同,而与中华绒螯蟹性早熟相关的其他因素则差别不大,

故水温可能是影响2018年度扣蟹早熟率较低的主要因素。大规格组出现部分早熟个体可能与个体间的生长差异有关。大个体在摄食等行为中会占有优势,从而出现等级分化,导致其生长发育速度要显著快于其他个体,从而导致性早熟<sup>[29]</sup>。

成活率、产量和饵料系数是中华绒螯蟹产业发展过程中重点关注的经济性性状,直接产业收益。HE等<sup>[17]</sup>比较了野生扣蟹和人工繁育扣蟹在成蟹阶段养殖性能差异,结果表明野生扣蟹最终养成成蟹过程中,具有更高的成活率、产量和更低的饵料系数。何杰等<sup>[9]</sup>比较了野生选育 $G_1$ 代(野选 $G_1$ )和养殖选育 $G_1$ 代(养选 $G_1$ )扣蟹阶段养殖性能差异,野选 $G_1$ 具有更高的成活率和饵料系数,而养选 $G_1$ 则具有更高的总产量。本文研究表明小规格组具有更高的成活率,这与其低早熟率是密切相关的<sup>[30]</sup>,而大规格组则具有更高的产量和饵料系数。

综上所述,长江水系野生中华绒螯蟹 $F_1$ 不同规格仔蟹在扣蟹阶段养殖性能存在差异。小规格仔蟹组具有更高的增重率、特定生长率、成活

率和更低的早熟率、饵料系数,而大规格仔蟹组则具有更高的平均体质量和产量。两组均具有一定的优势和劣势,这对于根据不同经济性状筛选合适的种质资源具有重要的理论和实践意义,从而为种质资源合理开发利用奠定了重要的基础。

### 参考文献:

- [1] CHEN D W, ZHANG M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Food Chemistry, 2007, 104(3): 1200-1205.
- [2] 堵南山. 中华绒螯蟹的同属种类及其英文名称[J]. 水产科技情报, 1998, 25(3): 108-109, 113.
- DU N S. Chinese mitten crab species in some genus and their English names [J]. Fisheries Science & Technology Information, 1998, 25(3): 108-109, 113.
- [3] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2018 年中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018: 34.
- Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, PRC, National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries. 2018 China fishery statistical yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018: 34.
- [4] 李应森, 李思发, 徐广友, 等. 长江水系和辽河水系网围养殖中华绒螯蟹生长性能的比较[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(3): 189-193.
- LI Y S, LI S F, XU G Y, et al. Comparison of growth performance of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in pen culture from the Yangtze and Liaohe river systems [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2000, 9(3): 189-193.
- [5] 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.
- [6] 刘凯, 汤滔, 段金荣, 等. 长江口九段沙水域中华绒螯蟹汛期特征及影响因子[J]. 中国水产科学, 2013, 20(3): 614-623.
- LIU K, TANG T, DUAN J R, et al. Population characteristics and factors affecting the Chinese mitten crab fishery in Jiuduansha, Yangtze River Estuary [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2013, 20(3): 614-623.
- [7] 刘青, 刘皓, 吴旭干, 等. 长江、黄河和辽河水系中华绒螯蟹野生和养殖群体遗传变异的微卫星分析[J]. 海洋与湖沼, 2015, 46(4): 958-968.
- LIU Q, LIU H, WU X G, et al. Genetic variation of wild and cultured populations of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* from the Yangtze, Huanghe, and Liaohe river basins using microsatellite marker [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2015, 46(4): 958-968.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 赵恒亮. 池塘养殖条件下中华绒螯蟹长江、黄河和辽河 3 个地理种群成蟹形态学、养殖性能和营养品质的比较研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016: 1-2.
- ZHAO H L. Comparative studies on morphology, culture performance and biochemical composition among Yangtze, Huang, and Liao River populations of adult *Eriocheir sinensis* reared in ponds [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016: 1-2.
- [11] 王武, 王成辉, 马旭洲. 河蟹生态养殖[M]. 2 版. 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]. 2nd ed. Beijing: Chinese Agriculture Press, 2013: 59-84.
- [12] 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.
- [13] 邓燕飞, 夏爱军, 潘建林, 等. 中华绒螯蟹“长江 1 号”的选育[J]. 水产养殖, 2013, 34(4): 43-47.
- DENG Y F, XIA A J, PAN J L, et al. Breeding of the new variety of *Eriocheir sinensis* named “Changjiang 1” [J]. Journal of Aquaculture, 2013, 34(4): 43-47.
- [14] 高保全, 刘萍, 李健. 三疣梭子蟹“黄选 1 号”生长和育种性能分析[J]. 中国水产科学, 2015, 22(1): 44-50.
- GAO B Q, LIU P, LI J. Analysis of the growth and breeding value of *Portunus trituberculatus* ‘Huangxuan No. 1’ [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2015, 22(1): 44-50.
- [15] 石连玉, 李池陶, 葛彦龙, 等. 黑龙江水产研究所鲤育种概要[J]. 水产学杂志, 2016, 29(3): 1-8.
- SHI L Y, LI C T, GE Y L, et al. A Review: common carp breeding in Heilongjiang fisheries research institute [J].

- Chinese Journal of Fisheries, 2016, 29(3): 1-8.
- [16] 刘伟, 李应森, 王武, 等. 长江水系中华绒螯蟹不同家系扣蟹阶段生长性能的研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(4): 933-936.
- LIU W, LI Y S, WANG W, et al. A comparative study of growth performance in different families of larval crab in the Yangtze river system [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2010, 49(4): 933-936.
- [17] 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.
- [18] 张波, 唐启升. 密度对黑鲷生长及能量分配模式的影响[J]. 海洋水产研究, 2002, 23(2): 33-37.
- ZHANG B, TANG Q S. Influence of fish density on the growth rate and energy budget of *Sebastes fuscescens* [J]. Marine Fisheries Research, 2002, 23(2): 33-37.
- [19] 潘洪强. 中华绒螯蟹生态养殖[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002: 221.
- PAN H Q. Ecological culture of Chinese mitten crab [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2002: 221.
- [20] ZENG C S, CHENG Y X, LUCAS J S, et al. Other decapod crustaceans [M]//LUCAS J, SOUTHGATE P C. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. 2nd ed. Sussex: Blackwell Publishing, 2012: 514-539.
- [21] CHANG G L, WU X G, CHENG Y X, et al. Reproductive performance, offspring quality, proximate and fatty acid composition of normal and precocious Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. Aquaculture, 2017, 469: 137-143.
- [22] 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 sinensis* reared in ponds [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2000, 15(4): 254-258.
- [23] 中华绒螯蟹二龄早熟和晚熟品系第三代成蟹可食率和生化组成的比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2018, 27(4): 487-489.
- WANG H N, JIANG X D, WU X G, et al. The comparison of edible rate and biochemical composition of the second-year early-maturing and late-maturing strains of the third selective generation during the adult culture of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2018, 27(4): 487-493.
- [24] 魏薇, 吴嘉敏, 魏华. 盐度对中华绒螯蟹性早熟生理机制的影响[J]. 中国水产科学, 2007, 14(2): 275-280.
- WEI W, WU J M, WEI H. Physiological mechanism of precociousness influenced by salinity in juvenile *Eriocheir sinensis* [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(2): 275-280.
- [25] 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.
- [26] LI X W, LI Z J, LIU J S, et al. Growth, precocity, enzyme activity and chemical composition of juvenile Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, fed different dietary protein-to-energy ratio diets [J]. Aquaculture Research, 2012, 43(11): 1719-1728.
- [27] 慈元吉. 中华绒螯蟹性早熟分子机制的初步研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2015: 1-3.
- CI Y J. Preliminary study on molecular mechanism of precocious Chinese mitten crab [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2015: 1-3.
- [28] 成永旭, 王武. 虾蟹类脂类营养与中华绒螯蟹性早熟[J]. 科学养鱼, 2000(6): 39-40.
- CHENG Y X, WANG W. The relationship between precocious Chinese mitten crab and lipid nutrition [J]. Scientific Fish Farming, 2000(6): 39-40.
- [29] NAVARRO-MARTIN L, VINAS J, RIBAS L, et al. DNA methylation of the gonadal aromatase (*cyp19a*) promoter is involved in temperature-dependent sex ratio shifts in the European sea bass [J]. PLoS Genetics, 2011, 7(12): e1002447.
- [30] 何正侃, 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.



## Comparison of the culture performance of different size juveniles of wild Chinese mitten crab offsprings during juvenile culture stage

WANG Shihui<sup>1,2</sup>, WANG Haining<sup>1</sup>, LI Qingqing<sup>1</sup>, WU Xugan<sup>1,3,4</sup>, CHENG Yongxu<sup>1,3,4</sup>

(1. Key Laboratory of Freshwater Aquatic Genetic Resources, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Heilongjiang Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, Heilongjiang, China; 3. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 4. Shanghai Engineering Research Center of Aquaculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Although wild Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) offsprings in the Yangtze River basin have better culture performance, the culture performance of different size juveniles is still unclear. Therefore, this study was conducted to compare the growth, survival rate, precocious rate, yield, feed conversion ratio (FCR), final mean body weight and size distribution of wild *Eriocheir sinensis* offsprings during juvenile culture stage. The results illustrated that: (1) During the growth phase of each month, the average body mass of small-size group juveniles was always lower than that of the large-size group. In the case of female crabs, the weight growth rate (WGR) and specific growth rate (SGR) of the small-size group juveniles were significantly higher than those of the large-size group between June-July and August-September ( $P < 0.05$ ). In terms of male crabs, the WGR and SGR of the small-size group juveniles were significantly higher than those of the large-size group between June-July and July-August ( $P < 0.05$ ). (2) The average body mass of normal coin-size juveniles in the small-size group was lower than that of large-size group, but the survival rate was higher than that of large-size group. The yields of the two group juveniles were slightly different, but there was no significant difference ( $P > 0.05$ ). No precocious crabs were finally found in the small-size group. However, the large-size group juveniles had a certain precocious rate. The FCR of small-size group was significantly lower than that of the large-size group ( $P < 0.05$ ). (3) As for the final size distribution, the small-size group juveniles were mainly concentrated from 0 to 6.00 g, and its proportion was 80.09%. The large-size group juveniles were mainly concentrated from 3.00 to 9.00 g, and its percentage was 70.56%. There are differences in the culture performance of different size juveniles of wild *Eriocheir sinensis* offsprings during juvenile culture stage. This provides reference for germplasm resource evaluation and exploitation.

**Key words:** Yangtze river basin; Chinese mitten crab; wild; different size; juvenile; culture performance