

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20180914001

http://www.yykxjz.cn/

唐永成, 彭姣, 赵运林, 徐正刚, 丁一, 吴良. 池养中华绒螯蟹不同性别形态及质量差异分析. 渔业科学进展, 2019, 40(6): 114-120

Tang YC, Peng J, Zhao YL, Xu ZG, Ding Y, Wu L. Morphological attributes and quality parameters of different sexes of *Eriocheir sinensis* cultured in a pond. Progress in Fishery Sciences, 2019, 40(6): 114-120

池养中华绒螯蟹不同性别形态及质量差异分析*

唐永成¹ 彭姣¹ 赵运林¹ 徐正刚^{1,2①} 丁一¹ 吴良¹

(1. 中南林业科技大学 林业遥感大数据与生态安全湖南省重点实验室 长沙 410004;

2. 湖南城市学院 材料与化学工程学院 益阳 413000)

摘要 池塘养殖中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)是当前的主要生产方式,为了解池养中华绒螯蟹形态指标参数,分别测定了中华绒螯蟹幼体和成体的头胸甲长、头胸甲宽、体高、体质量和各部位的质量及含水率,计算了肝胰腺指数和肌肉指数,旨在了解池养中华绒螯蟹形态指标及质量参数的关系。结果显示,不同性别幼蟹头胸甲长、头胸甲宽、体高、肌肉指数无显著差异($P>0.05$),而体质量差异显著($P<0.05$);不同性别成蟹各形态指标差异极显著($P<0.01$);幼蟹的肝胰腺、肌肉及其他部分含水率差异极显著,高于成蟹($P<0.01$);成蟹的肌肉指数和肝胰腺指数差异极显著,高于幼蟹($P<0.01$)。本研究分别建立了幼蟹体质量(Y_1)与体高(X_3)、成蟹体质量(Y_2)与头胸甲宽(X_2)的回归方程: $Y_1=-12.067+16.416X_3$, $Y_2=-268.423+62.078X_2$,幼蟹的决定系数高于成蟹。本研究可为中华绒螯蟹生态养殖中的产量估算和品质鉴定提供参考。

关键词 中华绒螯蟹;形态指标;肝胰腺指数;相关性;肥满度

中图分类号 S964.3 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2019)06-0114-07

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)俗称河蟹,是我国重要的经济水产动物(张世勇等,2013),广泛分布于我国渤海、黄海和东海沿岸诸省,长江水系的中华绒螯蟹主要分布于长江中下游的河流、湖泊与水库,不同水系的中华绒螯蟹的形态通常存在一定差异(王茜等,2006)。长江水系中华绒螯蟹生长快,个体肥大,肉质细嫩,味道鲜美,与瓯江、闽江、珠江及辽河水系的中华绒螯蟹相比,具有明显的生长性能及肉质品质优势,深受消费者青睐(李晓晖等,2009)。

我国中华绒螯蟹养殖方式主要有池塘养殖、荡滩养殖、网围养殖、稻田养殖、庭院养殖等(周明东,2009),以池塘生态养殖为主。池塘生态养殖利用池

塘,通过符合生态规律的一些技术手段保持河蟹养殖水体生态平衡,使河蟹池塘养殖可持续发展(纪连元,2013)。目前已从不同方面研究了池养中华绒螯蟹,如对池养中华绒螯蟹的营养成分分析(黄春红等,2013);对池养和野生中华绒螯蟹的生理研究(Hui et al, 2005; Wójcik et al, 2014; 姜晓东等,2016);不同水域中华绒螯蟹的形态特征研究(耿绪云等,2003)。

中华绒螯蟹的池塘养殖多经历幼蟹和成蟹2个阶段(中国农业百科全书总编辑委员会,1996)。作者研究了湖南省益阳市大通湖中华绒螯蟹养殖基地池塘养殖幼蟹和成蟹的形态指标及质量参数,为中华绒螯蟹的品质鉴定、产量估算和生态养殖提供参考。

* 湖南省科技计划项目(2016TP1014; 2016TP2007)和国家科技支撑项目(2014BAC09B03-02)共同资助 [This work was supported by Science and Technology Project of Hunan Province (2016TP1014; 2016TP2007), and National Key Technology Research and Development Program of China(2014BAC09B03-02)]. 唐永成, E-mail: 740138269@qq.com

① 通讯作者: 徐正刚, E-mail: rssq198677@163.com

收稿日期: 2018-09-14, 收修改稿日期: 2018-11-13

1 材料与方法

1.1 材料

实验蟹苗来自于长江水系, 放苗时间为2016年3月中旬, 放苗密度为1000只/亩。苗种饲养于湖南省大通湖区农登村湘蟹养殖专业合作社基地(112.37°E, 29.07°N)。实验池塘规范整洁, 池底平坦, 进排水方便, 平均水深为1 m。实验池塘周围设置深为50 cm、宽为6 m的“回”字形围沟。池底种植伊乐藻(*Elodea nuttallii*), 用于净化水质、提供O₂。养殖期间随气温升高, 不断加深水位, 最高水位控制在1~1.2 m之间。养殖过程中不排水、不换水, 只按水位要求加水。每天17:00投喂1次, 投喂量依生长、天气情况和摄食量调整。前期投喂粗蛋白为34%~40%和粗脂肪为4.4%~8.9%的海大河蟹专用配合饲料, 从6月初开始缩减配合饲料的投喂量, 逐步投喂冰鲜海鱼和煮熟的玉米、小麦和黄豆等。

随机选择同一池塘活泼健壮、无断足、无病伤的幼蟹与成蟹, 分别于2016年4月和10月捕捞。共捕捞幼蟹275只, 其中, 雌蟹141只、雄蟹134只; 共捕捞成蟹221只, 其中, 雌蟹114只, 雄蟹107只。

1.2 形态指标测定

游标卡尺测定中华绒螯蟹头胸甲长(Carapace length, CL)、头胸甲宽(Carapace width, CW)、体高(Carapace height, CH)及体质量(Weight, W)等形态指标, 精确到0.01 cm。头胸甲长指头胸甲前后缘长度; 头胸甲宽指头胸甲左右最大宽度; 体高指背腹最大长度。用滤纸吸干蟹表面水分后, 用电子天平称量体质量, 精确到0.001 g。解剖中华绒螯蟹, 分离肌肉、肝胰腺、性腺、蟹壳和其他器官, 分别称重, 并烘干记录, 使用电热恒温鼓风干燥箱干燥样品, 参照国标GB/T 5009.3-2003测定, 先在50℃烘箱中干燥3~5 h, 然后, 转入105℃烘箱中干燥恒重(刘丹, 2015)。

中华绒螯蟹幼蟹至成蟹养殖阶段早期性腺发育较慢, 在3~5月, 中华绒螯蟹性腺非常小, 解剖时很难发现(徐佳倩等, 2016), 故幼蟹阶段未单独分离。6月性腺开始发育, 至10月中华绒螯蟹性成熟后, 成蟹性腺重量急剧增加, 单独分离成蟹性腺。

1.3 数据处理与分析

计算中华绒螯蟹头胸甲长、头胸甲宽、体高、体质量、肥满度(Condition factor, CF)的平均数、标准差及变异系数。计算中华绒螯蟹肌肉、肝胰腺、性腺及其他部分的含水率(Moisture content, MC)。肝胰腺指

数(Hepatosomatic index, HSI)、肌肉指数(Muscle index, MI)参考何杰(2016a)计算方法。采用独立样本T-检验进行差异比较, 利用Pearson相关系数法进行相关分析, 使用逐步回归方法建立形态指标回归模型。相关数据用Excel 2010和SPSS 20.0处理。具体公式:

$$CF=100 \times W / (CL)^3$$

$$MC(\%)=100 \times (W - W_0) / W$$

$$HSI(\%)=100 \times WH / W$$

$$MI(\%)=100 \times WM / W$$

式中, L指甲壳长, WH指肝胰腺重, WM指肌肉重, W指体质量湿重, W₀指体质量干重。

2 结果与分析

2.1 不同性别中华绒螯蟹形态指标

不同性别中华绒螯蟹形态指标见表1, 从表1可以看出, 不同性别幼蟹头胸甲长、头胸甲宽、体高及肥满度均无显著差异($P>0.05$)。雌性幼蟹平均体质量为(8.543±2.555) g, 雄性幼蟹平均体质量为(9.304±2.977) g, 雄性幼蟹体质量较雌性幼蟹大, 且差异显著($P<0.05$)。雄性成蟹的头胸甲长、头胸甲宽、体高、体质量、肥满度均高于雌性成蟹, 且差异极显著($P<0.01$)。因此, 不同性别幼蟹向成蟹发育过程中的生长特性可能存在差异。

2.2 不同性别中华绒螯蟹各部位含水率

不同性别中华绒螯蟹各部位含水率见表2, 由表2可知, 雌性幼蟹的肌肉、肝胰腺和其他部分含水率均极显著高于成蟹($P<0.01$), 雄性幼蟹肝胰腺含水率亦显著高于成蟹($P<0.01$), 但雄性幼蟹和成蟹肌肉含水率及其他部分含水率差异不显著($P>0.05$)。不同性别幼蟹的肌肉和肝胰腺含水率无显著差异($P>0.05$), 而其他部分含水率差异显著($P<0.05$); 不同性别成蟹的性腺含水率差异极显著($P<0.01$), 肌肉、肝胰腺和其他部分含水率则无显著差异($P>0.05$)。总体上, 幼蟹的肌肉、肝胰腺及其他部分的含水率极显著高于成蟹($P<0.01$), 但同阶段不同性别中华绒螯蟹不同部位的含水率则没有明显规律。

2.3 中华绒螯蟹幼体与成体肝胰腺指数和肌肉指数

图1表明, 雌蟹幼蟹肌肉指数(图1a)为(12.113±5.245)%, 成蟹为(17.795±2.510)%; 雄蟹幼体肌肉指数为(10.868±1.930)%, 成体为(19.677±2.146)%。不同生长阶段的中华绒螯蟹肌肉指数差异极显著($P<0.01$), 雄蟹肌肉指数增长率高于雌蟹。肝胰腺指数(图1b)也呈现同样规律, 雌蟹幼蟹和成蟹的肝胰腺指数分别

表1 不同性别中华绒螯蟹成蟹、幼蟹形态指标
Tab.1 Morphological index of juvenile and adult *E. sinensis* of different gender

	头胸甲长 CL (cm)		头胸甲宽 CW (cm)		体高 CH (cm)		体质量 W (g)		肥满度 CF		
	平均值± 标准差	变异 系数	平均值± 标准差	变异 系数	平均值± 标准差	变异 系数	平均值± 标准差	变异 系数	平均值± 标准差	变异 系数	
	Mean±SD	CV	Mean±SD	CV	Mean±SD	CV	Mean±SD	CV	Mean±SD	CV	
幼蟹 Juvenile	雌 Female (n=141)	2.409±0.270	11%	2.617±0.284	11%	1.262±0.144	11%	8.543±2.555	30%	60.309±12.102	20%
	雄 Male (n=134)	2.465±0.265	11%	2.628±0.291	11%	1.269±0.162	13%	9.304±2.977	32%	60.397±5.166	9%
	T-test	P>0.05		P>0.05		P>0.05		P<0.05*		P>0.05	
成蟹 Adult	雌 Female (n=114)	5.755±0.364	6%	6.054±0.347	6%	3.162±0.232	7%	102.193±16.539	16%	53.410±5.008	9%
	雄 Male (n=107)	6.104±0.369	6%	6.589±0.378	6%	3.304±0.247	7%	146.177±28.409	19%	63.819±6.588	10%
	T-test	P<0.01**		P<0.01**		P<0.01**		P<0.01**		P<0.01**	

注：*表示差异显著(P<0.05)，**表示差异极显著(P<0.01)

Notes: *indicates significant difference (P<0.05), ** showed highly significant difference (P<0.01)

表2 不同性别中华绒螯蟹各部位含水率
Tab.2 Moisture content of different parts of juvenile and adult *E. sinensis* of different gender (%)

组织 Tissue	性别 Sex	幼蟹 Juvenile	成蟹 Adult	T-test
肌肉 Muscle	雌 Female	84.779±5.886	68.933±5.576	P<0.01**
	雄 Male	78.650±12.597	70.178±6.274	P>0.05
肝胰腺 Hepatopancreas	雌 Female	72.671±8.778	47.733±8.911	P<0.01**
	雄 Male	70.871±9.685	50.422±6.472	P<0.01**
性腺 Gonad	雌 Female		34.533±9.494	
	雄 Male		59.422±11.214	
其他部分 Other parts	雌 Female	67.021±3.839	52.178±2.973	P<0.01**
	雄 Male	62.886±5.179	56.111±10.863	P>0.05

注：其他部分指解剖后除去肌肉、肝胰腺、性腺(幼蟹包括极少部分性腺)后的部分；*表示差异显著(P<0.05)，**表示差异极显著(P<0.01)

Notes: Other parts refer to dissection after removing the muscle, hepatopancreas, gonad (the juvenile crabs including few gonads); * indicates significant difference (P<0.05), ** showed highly significant difference (P<0.01)

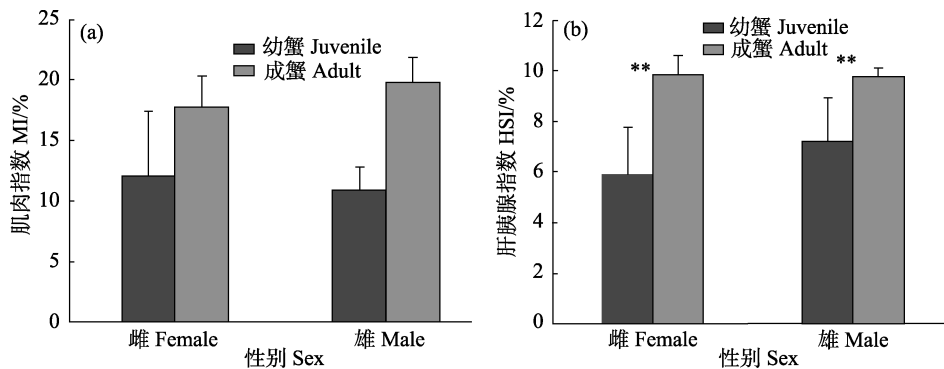


图1 中华绒螯蟹幼蟹和成蟹肌肉指数与肝胰腺指数的比较

Fig.1 Comparison of muscle index and hepatosomatic index of juvenile and adult *E. sinensis*

**表示差异极显著(P<0.01)

** showed highly significant difference (P<0.01)

为(5.892±1.860)%和(9.814±0.774)%;雄蟹幼蟹和成蟹的肝胰腺指数分别为(7.166±1.752)%和(9.752±0.334)%,成蟹肝胰腺指数极显著高于幼蟹($P<0.01$),雌蟹肝胰腺指数增长率高于雄蟹。从总体看,同阶段不同性别中华绒螯蟹肌肉指数与肝胰腺指数的差异不显著($P>0.05$)。

2.4 形态指标与体质量回归模型

分析表明,幼蟹和成蟹形态指标间相关性达到极显著水平,体质量和形态指标间相关性亦达到极显著水平($P<0.01$)(表 3 和表 4)。在幼蟹阶段,体质量与头胸甲长、体高的相关系数分别达到了 0.932 和 0.911,但和头胸甲宽的相关系数仅为 0.271。幼蟹头胸甲长和体高的相关系数虽然达到 0.891,但头胸甲宽与体高的相关系数仅为 0.251,因此,难以仅使用体高来估算幼蟹体质量,而宜使用体高和头胸甲宽估算幼蟹体质量。在成蟹阶段,体质量与头胸甲长、头胸甲宽、体高的相关系数均较高,分别为 0.830、0.878、0.714。由于头胸甲长、头胸甲宽、体高之间的相关系数均较高,可用头胸甲宽预估成蟹体质量。

表 3 幼蟹形态指标相关性
Tab.3 Correlation between morphological index of juvenile *E. sinensis*

指标 Index	头胸甲长 CL(cm)	头胸甲宽 CW(cm)	体高 CH(cm)	体质量 W(g)
头胸甲长 CL (cm)	1	0.222**	0.891**	0.932**
头胸甲宽 CW (cm)		1	0.251**	0.271**
体高 CH (cm)			1	0.911**
体质量 W (g)				1

注: **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关,下同

Notes: ** indicated that correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). The same as below

表 4 成蟹形态指标相关性
Tab.4 Correlation between morphological index of adult *E. sinensis*

指标 Index	头胸甲长 CL(cm)	头胸甲宽 CW(cm)	体高 CH(cm)	体质量 W(g)
头胸甲长 CL(cm)	1	0.912**	0.847**	0.830**
头胸甲宽 CW(cm)		1	0.785**	0.878**
体高 CH(cm)			1	0.714**
体质量 W(g)				1

以中华绒螯蟹体质量为因变量(Y),头胸甲长、头胸甲宽、体高为自变量(X),采用逐步回归方法对中华绒螯蟹测量数据进行多元线性回归分析,建立最优多元线性回归分析。回归方程如下:

$$Y_1 = -14.828 + 6.064X_1 + 0.079X_2 + 6.918X_3 (R^2 = 0.903)$$

$$Y_2 = -278.439 + 13.515X_1 + 50.983X_2 (R^2 = 0.776)$$

式中, Y_1 为幼蟹体质量(g)、 Y_2 为成蟹体质量(g); X_1 为头胸甲长(cm); X_2 为头胸甲宽(cm); X_3 为体高(cm); R^2 为决定系数。

依据形态指标之间的相关性,进一步简化不同生长阶段中华绒螯蟹体质量与形态指标的关系方程。幼蟹使用体质量与体高和头胸甲宽建立回归方程,成蟹使用体质量与头胸甲宽建立回归方程,方程如下:

$$Y_1 = -12.067 + 0.078X_2 + 16.416X_3 (R^2 = 0.832)$$

$$Y_2 = -268.423 + 62.078X_2 (R^2 = 0.771)$$

式中, Y_1 为幼蟹体质量(g)、 Y_2 为成蟹体质量(g); X_2 为头胸甲宽(cm); X_3 为体高(cm); R^2 为决定系数。

3 讨论

在渔业养殖过程中,野生和养殖水产动物往往存在形态和活力差异(孔祥迪等,2016)。对养殖水产动物形态指标等基础资料进行研究具有重要意义与价值。首先,该类研究能够为渔业养殖提供基础资料。其次,该类研究是生态渔业与高效渔业发展的基础。形态指标是表征中华绒螯蟹生长和鉴别其种质来源的重要指标。形态学研究作为一种直观方便且简单实用的技术手段,已应用于中华绒螯蟹种质鉴定、种群和产地判别等研究领域(何杰等,2015;杨文斌等,2012)。本研究侧重分析不同性别中华绒螯蟹形态指标的差异。结果显示,不同性别幼蟹头胸甲长、头胸甲宽、体高、肥满度均无显著差异($P>0.05$);而不同性别成蟹的上述指标差异却极显著($P<0.01$),在成蟹养殖期间,雄蟹个体的增长率要大于雌蟹,这与何杰等(2016b)的研究结果一致。胡清彪(2017)对不同家系中华绒螯蟹生长情况进行研究,发现不同环境对不同家系生长影响不同,认为遗传对于幼蟹的生长具有重要作用。因此,其他水系池养中华绒螯蟹生长规律需要进一步研究。

肝胰腺指数及其生化组成可以在很大程度上反映中华绒螯蟹的营养状况,何杰(2016a)研究表明,长江水系中华绒螯蟹野生群体和养殖群体成蟹的性腺指数和肝胰腺指数存在显著差异。本研究不同性别中华绒螯蟹幼蟹与成蟹肌肉指数与肝胰腺指数均不存在显著差异,说明在相同养殖环境条件下,二者营养

状况相差不大。从种群繁衍的角度看,雌性个体比雄性个体肩负着更为繁重的繁衍后代任务,在生殖洄游前期其所需的能量也比雄性个体多(李思发等,2001)。故雌蟹营养积累早于雄蟹,这也说明此时雌蟹品质高于雄蟹,是10月份雌蟹占据大部分市场的原因。实验中,雌雄成蟹肌肉和肝胰腺含水率均较幼蟹低,可能与肌肉、肝胰腺组成成分有关。幼蟹从蟹苗培育基地经过长途运输及适应期后才开始摄食,饥饿胁迫使幼蟹营养缺乏,但营养缺乏状况不能在体形、体质量上显现出来,饥饿期间,组织中以水来填充消耗的能源物质,导致含水率相对增加,这可能是甲壳动物生理调节的共有特征(何杰等,2013)。

现阶段形态指标与体重的关系在鱼类、贝类、虾蟹类等水产动物的研究中都得到了高度重视(安丽等,2013)。对长江野生和池塘养殖中华绒螯蟹形态学进行比较,发现野生种群较养殖种群存在较大的差异,但野生种群在选育过程中逐渐与养殖群体趋于一致,因此形态学特征不能作为中华绒螯蟹良种选育的可靠指标(姜晓东等,2018)。本研究所测幼蟹和成蟹的头胸甲长、头胸甲宽、体高3个形态指标中,通过逐步回归方法确定了影响体质量的最优方程,幼蟹的决定系数高于成蟹,这可能是由于幼蟹是产自同一地区同一蟹种,生境差异小,所以形态差异较小(张列士等,2000);而成蟹生长受水草密度、投饵随机性和蟹密度等因素影响较大(何杰等,2015)。建立形态指标与体质量方程,对中华绒螯蟹生产应用具有重要作用,中华绒螯蟹成体形态指标变量少于幼体,说明幼体向成体发育,涉及多维尺度,而成体的生长则相对稳定。

致谢:感谢益阳大通湖区农登村湘蟹养殖专业合作社张清在实验中给予的帮助。

参 考 文 献

- An L, Zhu YA, Fu PS, *et al.* Mathematical analysis of effects of morphometric attributes on body weight in sutchi catfish *Pangasius sutchi*. Chinese Journal of Fisheries, 2013, 26(1): 5–9 [安丽,朱永安,付佩胜,等.淡水鲈鱼形态性状与体质量关系的初步研究.水产学杂志,2013,26(1):5–9]
- China Agricultural Encyclopaedia General Editorial Board. Chinese agricultural encyclopaedia. Down, water industry volume. Beijing: Agricultural Press, 1996, 789–790 [中国农业百科全书总编辑委员会.中国农业百科全书.下,水产业卷.北京:农业出版社,1996,789–790]
- Geng XY, Sun JS, Ma WL, *et al.* Comparison of the external morphological features of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) of different water systems. Tianjin Fisheries, 2003(1): 29–33 [耿绪云,孙金生,马维林,等.不同水系中华绒螯蟹外部形态特征的比较.天津水产,2003(1):29–33]
- He J, Wu XG, Long XW, *et al.* Comparative studies of morphology and biochemical composition between wild-caught and pond-reared juvenile Chinese mitten crab for Yangtze population. Journal of Fisheries of China, 2015, 39(11): 1665–1678 [何杰,吴旭干,龙晓文,等.池塘养殖和野生长江水系中华绒螯蟹扣蟹形态学及生化组成的比较研究.水产学报,2015,39(11):1665–1678]
- He J, Wu XG, Long XW, *et al.* Comparison in edible yield and nutritional quality of pond-cultured adult *Eriocheir sinensis* from wild-caught and pond-reared crabseeds. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2016a, 47(1): 140–150 [何杰,吴旭干,龙晓文,等.中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)野生和养殖蟹种对池塘养殖成蟹可食率和营养品质的影响研究.海洋与湖沼,2016a,47(1):140–150]
- He J, Wang C, Shao LC, *et al.* Impacts of starvation on the juveniles of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(8): 2077–2084 [何杰,王春,邵路畅,等.饥饿胁迫对中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)仔蟹的影响.生态学杂志,2013,32(8):2077–2084]
- He J, Wu XG, Zhao HL, *et al.* Growth performance and gonadal development of pond-reared Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) fed formulated diets during the whole culture process. Journal of Fishery Sciences of China, 2016b, 23(3): 606–618 [何杰,吴旭干,赵恒亮,等.全程投喂配合饲料条件下池塘中华绒螯蟹的生长性能及其性腺发育.中国水产科学,2016b,23(3):606–618]
- Huang CH, Yang PH, Han Q, *et al.* Nutrients analysis on the edible parts of *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards. Food and Machinery, 2013, 29(1): 61–65 [黄春红,杨品红,韩庆,等.池塘精养中华绒螯蟹营养成分分析与评价.食品与机械,2013,29(1):61–65]
- Hui CA, Rudnick D, Williams E. Mercury burdens in Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*) in three tributaries of southern San Francisco Bay, California, USA. Environmental Pollution, 2005, 133(3): 481–487
- Hu QB. The study of the growth of juvenile Chinese mitten crab and the identification of different families. Master's Thesis of Dalian Ocean University, 2017 [胡清彪.中华绒螯蟹幼蟹生长及家系间的鉴别研究.大连海洋大学硕士研究生学位论文,2017]
- Ji LY. Exploration of key points in the pond farming process of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2013 [纪连元.中华绒螯蟹池塘养殖过程中关键点的探究.上海海洋大学硕士研究生学位论文,2013]
- Jiang XD, Wu XG, Liu Q, *et al.* Comparison of the early culture performance, the disease resistance, and the non-specific immunity between wild-caught and pond-reared juvenile Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Progress in Fishery

- Sciences, 2016, 37(6): 131–137 [姜晓东, 吴旭干, 刘青, 等. 长江野生和池塘养殖河蟹(*Eriocheir sinensis*)蟹种早期养殖性能、抗病力和非特异性免疫性能的比较. 渔业科学进展, 2016, 37(6): 131–137]
- Jiang XD, Wu XG, He J, *et al.* Effects of selective breeding on the morphological characteristics of wild and cultured juvenile Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). Journal of Fisheries of China, 2018, 42(8): 1285–1298 [姜晓东, 吴旭干, 何杰, 等. 遗传选育对野生和养殖中华绒螯蟹蟹种形态学特征的影响. 水产学报, 2018, 42(8): 1285–1298]
- Kong XD, Liu L, Li YL, *et al.* Nutritional values of 2-year-old cultured *Epinephelus akaara* and causes of its common deformities. Progress in Fishery Sciences, 2016, 37(5): 38–45 [孔祥迪, 刘莉, 李炎璐, 等. 养殖2龄赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)的营养价值与畸形原因分析. 渔业科学进展, 2016, 37(5): 38–45]
- Li XH, Xu ZQ, Ge JC, *et al.* Advances in germplasm research of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* originated from the Yangtze River. Journal of Aquaculture, 2009, 30(10): 42–47 [李晓晖, 许志强, 葛家春, 等. 长江水系中华绒螯蟹种质资源研究进展. 水产养殖, 2009, 30(10): 42–47]
- Li SF, Wang CH, Zhao NG. Studies on gonad developmental rule of lake stocked mitten crab of Yangtze population. Acta Hydrobiologica Sinica, 2001, 25(4): 350–357 [李思发, 王成辉, 赵乃刚. 湖泊放养长江水系中华绒螯蟹的性成熟规律研究. 水生生物学报, 2001, 25(4): 350–357]
- Liu D. Research on energy allocation of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2015 [刘丹. 中华绒螯蟹的能量分配研究. 上海海洋大学硕士研究生学位论文, 2015]
- Wang Q, Li XD, Dai W, *et al.* The morphological discrimination of populations of mitten crab in different river systems. Fisheries Science, 2006, 25(3): 125–128 [王茜, 李晓东, 戴伟, 等. 不同水系绒螯蟹群体外部形态的判别分析. 水产科学, 2006, 25(3): 125–128]
- Wójcik D, Normant M. Gonad maturity in female Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* from the southern Baltic Sea – the first description of ovigerous females and the embryo developmental stage. Oceanologia, 2014, 56(4): 779–787
- Xu JQ, Wu XG, Zhang PC, *et al.* Growth, gonadal development and secondary sexual characteristics of pond-reared male Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) during the second year culture. Chinese Journal of Zoology, 2016, 51(3): 434–448 [徐佳倩, 吴旭干, 张鹏超, 等. 池塘养殖中华绒螯蟹二龄雄体生长、性腺发育和第二性征的变化. 动物学杂志, 2016, 51(3): 434–448]
- Yang WB, Su YP, Liu HB, *et al.* A comparative study of morphological characteristics and elemental fingerprints of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* from three lakes. Journal of Fishery Sciences of China, 2012, 19(1): 84–93 [杨文斌, 苏彦平, 刘洪波, 等. 长江水系3个湖泊中华绒螯蟹形态及元素“指纹”特征. 中国水产科学, 2012, 19(1): 84–93]
- Zhang LS, Qu JJ, Wang DD. Ecological and morphological characteristics of populations of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) from Changjiang, Oujiang and Liaohe Rivers and the quality identification of their young crabs. Fisheries Science and Technology Information, 2000, 27(5): 200–205 [张列士, 瞿纪军, 王东冬. 长江、瓯江、辽河水系河蟹种群生态和形态特征及蟹种质量鉴别. 水产科技情报, 2000, 27(5): 200–205]
- Zhang SY, Fu HT, Qiao H, *et al.* Research progress on genetics and breeding of *Eriocheir sinensis*. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(20): 39–45 [张世勇, 傅洪拓, 乔慧, 等. 中华绒螯蟹遗传育种研究进展. 中国农学通报, 2013, 29(20): 39–45]
- Zhou MD. The comparison of culture results and growth characteristics of *Eriocheir sinensis* under different specifications and densities. Master's Thesis of Huazhong Agricultural University, 2009 [周明东. 池塘养殖不同规格、密度河蟹生长特性及养殖效果. 华中农业大学硕士研究生学位论文, 2009]

(编辑 马瑾艳)

Morphological Attributes and Quality Parameters of Different Sexes of *Eriocheir sinensis* Cultured in a Pond

TANG Yongcheng¹, PENG Jiao¹, ZHAO Yunlin¹, XU Zhenggang^{1,2①}, DING Yi¹, WU Liang¹

(1. Key Laboratory of Forestry Remote Sensing Based Big Data & Ecological Security for Hunan Province, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004;

2. School of Material and Chemical Engineering, Hunan City University, Changsha 413000)

Abstract The Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) is an important freshwater crustacean cultured in China. It is popular with consumers because of its high nutritional value, pleasant smell, and taste. With increasing demand from the Chinese market, Chinese mitten crabs are now widely cultivated in ponds, lakes, and reservoirs. Pond culture of *E. sinensis* is the current main production method. To understand the parameters of morphological indicators of the Chinese mitten crab, some morphometrical traits, including carapace length (CL), carapace width (CW), carapace height (CH), and body weight (W) and moisture content were measured in *E. sinensis* cultured in ponds, and the hepatosomatic index (HSI) and muscle index (MI) were estimated to understand morphological attributes and quality parameters. The results showed no significant difference in CL, CW, body height, and MI in different sex groups of juvenile crabs ($P>0.05$), with significant differences in body weight in juvenile crabs ($P<0.05$). There were highly significant differences by sex in the above indices for adult crabs ($P<0.01$). Juvenile crabs had significantly higher HSI and MI than adult crab ($P<0.01$). The regression equation for juvenile crab body weight (Y_1), body weight of adult crabs (Y_2) CW (X_2), and CH (X_3) were expressed as $Y_1=-12.067+16.416X_3$, and $Y_2=-268.423+62.078X_2$, a higher decision coefficient for juveniles than for adults. The findings provide a scientific basis for ecological breeding of Chinese mitten crabs in yield estimation and quality evaluation.

Key words *Eriocheir sinensis*; Morphometrical index; Hepatosomatic index; Correlation; Condition factor

① Corresponding author: XU Zhenggang, E-mail: rssq198677@163.com