

## 野生合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹的可食率和营养组成比较

魏茂磊, 张冬冬, 庄振俊, 姜晓东, 刘凯, 房伟平, 吴旭干

### **Comparison of edible yield and nutritional composition of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis***

WEI Maolei, ZHANG Dongdong, ZHUANG Zhenjun, JIANG Xiaodong, LIU Kai, FANG Weiping, WU Xugan

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20211203661>

#### 您可能感兴趣的其他文章

##### Articles you may be interested in

##### 东营池塘养殖中华绒螯蟹生长性能、性腺发育及营养品质

Growth performance, gonadal development and nutritional composition of adult *Eriocheir sinensis* from Dongying

上海海洋大学学报. 2020, 29(1): 17 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190502640>

##### 越冬暂养对雌性中华绒螯蟹的营养品质及风味的影响

Effects of overwintering cultivation on nutritional quality and flavor of female *Eriocheir sinensis*

上海海洋大学学报. 2021, 30(5): 800 <https://doi.org/10.12024/jsou.20191102867>

##### 饲料中植物油替代鱼油对中华绒螯蟹脂肪酸组成的影响

Effects of dietary replacement of fish oil by vegetable oil on fatty acid composition of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)

上海海洋大学学报. 2020, 29(4): 559 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190902790>

##### 辽河、长江水系及其杂交种中华绒螯蟹成蟹阶段养殖性能比较

Comparison of culture performance of juvenile Chinese mitten crab inbred families and hybrid families derived from Liaohe River and Yangtze River

上海海洋大学学报. 2020, 29(6): 820 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190502658>

##### 中华绒螯蟹不同可食组织砷元素分布特征分析

Specification characteristics of arsenic in different edible tissues of *Eriocheir sinensis*

上海海洋大学学报. 2022, 31(4): 1005 <https://doi.org/10.12024/jsou.20210703513>

文章编号: 1674-5566(2023)02-0329-10

DOI:10.12024/jsou.20211203661

## 野生合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹的可食率和营养组成比较

魏茂磊<sup>1</sup>, 张冬冬<sup>1</sup>, 庄振俊<sup>1</sup>, 姜晓东<sup>1</sup>, 刘凯<sup>2</sup>, 房伟平<sup>3</sup>, 吴旭干<sup>1,4,5</sup>

(1. 上海海洋大学 农业农村部淡水种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室, 江苏 无锡 214081; 3. 浙江长兴县农业农村局, 浙江 长兴 313100; 4. 上海海洋大学 上海水产养殖工程技术研究中心, 上海 201306; 5. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心, 上海 201306)

**摘要:** 合浦绒螯蟹(*Eriocheir hepuensis*)主要分布在广西沿海,具有重要的经济价值和养殖潜力,尚未见合浦绒螯蟹可食率和营养组成的报道。本研究以长江水系野生中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)为对照,测定和比较了野生合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹成蟹的可食率、色度值、总类胡萝卜素含量、常规营养成分和脂肪酸组成。结果显示:合浦绒螯蟹雄体总可食率显著低于中华绒螯蟹雄体,但肝胰腺指数、性腺指数和出肉率无显著性差异;无论雌雄,合浦绒螯蟹壳湿样的  $a^*$  值和  $b^*$  值均显著高于中华绒螯蟹,合浦绒螯蟹雄体肝胰腺的总类胡萝卜素含量显著高于中华绒螯蟹雄体;合浦绒螯蟹雌体性腺中水分含量显著高于中华绒螯蟹雌体,而合浦绒螯蟹雌体肌肉中脂肪含量显著低于中华绒螯蟹雌体,合浦绒螯蟹雄体肌肉中水分含量、蛋白质含量显著低于中华绒螯蟹雄体;合浦绒螯蟹雌体肝胰腺中  $\Sigma$ SFA、肌肉中 C18:1n、 $\Sigma$  MUFA、DHA/EPA 和卵巢中 C18:0、C20:1n9 含量均显著高于中华绒螯蟹雌体;合浦绒螯蟹雄体肝胰腺中 C22:16n3、 $\Sigma$ PUFA 显著高于中华绒螯蟹雄体。综上,合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹具有相似的组织系数,但常规营养成分、类胡萝卜素含量和脂肪酸组成存在一定差异,这可能与其遗传和生长环境有关。

**关键词:** 合浦绒螯蟹; 中华绒螯蟹; 常规生化成分; 类胡萝卜素; 脂肪酸组成  
**中图分类号:** S 968.251 **文献标志码:** A

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)又名河蟹或大闸蟹,是全国产量最高的经济蟹类,从北至南主要分布于辽河、黄河、长江和闽江等四大水系<sup>[1-2]</sup>,其中,长江水系河蟹由于规格大、分布广、抗逆性强等特点,逐步成为国内河蟹主要养殖区的主要养殖群体,其养殖产量占全国河蟹养殖总产量的 90% 以上<sup>[3]</sup>。近年来,我国中华绒螯蟹池塘养殖面积达 47 万  $\text{hm}^2$  左右,年度养殖总产量通常维持在 80 万 t 左右<sup>[4]</sup>。为了满足消费者对经济绒螯蟹多样化的市场需求和降低单一养殖品种带来的风险,开发和推广新的绒螯蟹养殖种类具有一定的现实意义。合浦绒螯蟹(*Eriocheir hepuensis*)属于弓蟹科(Varunidae)绒螯蟹属(*Eriocheir*),相比于中华绒螯蟹,合浦绒螯蟹的额

齿较钝,第四步足短而粗且绒毛少而疏<sup>[5]</sup>,主要分布在广西南流江、钦江以及北仑河流域等地<sup>[6-7]</sup>。研究<sup>[8-9]</sup>表明,该物种具有一定的食用价值、经济价值和养殖潜力。相比于中华绒螯蟹,人类对合浦绒螯蟹的研究甚少,尚未见合浦绒螯蟹可食率和营养价值评价的研究报道,这不利于合浦绒螯蟹的种质资源开发利用和营养价值评价等。

可食率、色泽参数和营养组成通常是评估蟹类营养品质的 3 类主要指标<sup>[10-12]</sup>。研究<sup>[13-14]</sup>表明,蟹类的可食率主要为躯壳、大螯及附肢中全部肌肉的百分含量与性腺和肝胰腺百分含量之和。河蟹色泽参数评估主要包括蟹壳、卵巢和肝胰腺的色泽,通常蟹壳和可食组织的红度值越

收稿日期: 2021-12-28 修回日期: 2022-03-22

基金项目: 科技部国家重点研发计划项目(2022YFD2400702); 江苏省农业农村厅种业振兴揭榜挂帅项目(JBGS[2021]127); 江苏金坛区农业农村局科技项目(JTNL2019001); 长兴县农业科技试验项目(2021NK01)

作者简介: 魏茂磊(1998—),男,硕士研究生,研究方向为甲壳动物育种与生态养殖。E-mail:44314474@qq.com

通信作者: 吴旭干, E-mail: xgwu@shou.edu.cn

版权所有 ©《上海海洋大学学报》编辑部(CC BY-NC-ND 4.0)

Copyright © Editorial Office of Journal of Shanghai Ocean University (CC BY-NC-ND 4.0)

<http://www.shhydx.com>

强,越容易得到消费者青睐,市场售价越高<sup>[15]</sup>。已有研究<sup>[16]</sup>表明可食组织的色泽参数通常和其类胡萝卜素含量和组成有关。对人体而言,水产品可食组织中的类胡萝卜素具有抗氧化<sup>[17]</sup>、免疫调节<sup>[18]</sup>、抗癌<sup>[19]</sup>和降低心血管疾病<sup>[20]</sup>等功能,因此水产品种的类胡萝卜素含量是消费者关心的重要问题之一<sup>[16, 21]</sup>。此外,肌肉、肝胰腺和性腺中的脂肪酸组成和含量也往往作为评估蟹类营养成分的重要参考依据<sup>[22]</sup>,一般认为食物中含有较多的 n-3 多不饱和脂肪酸对人体健康有利<sup>[23-24]</sup>。目前,野生合浦绒螯蟹虽有一定数量的商业捕捞和市场销售,但缺乏有关其食用价值和营养组成的基本信息。鉴于此,本研究比较野生合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹成蟹的可食组织系数和总可食率,分析可食组织中常规营养成分、色泽和类胡萝卜素等参数,以期合浦绒螯蟹的种质资源评估和商业化推广提供基础信息。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品来源

实验用野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹成蟹均采集于2019年11月。野生合浦绒螯蟹采集于广西合浦的南流江下游党江镇沿江岸边(21.64°N, 109.12°E),由当地渔民采用地笼捕捞获得;野生中华绒螯蟹采自长江江苏镇江江段(32.19°N, 119.55°E),由中国水产科学研究院淡水渔业中心采用拖网捕捞而得。两种群野生绒螯蟹均挑选附肢齐全、活力较好以及已经完成生殖蜕壳的成体和体质量接近该群体平均体质量的个体用于后续实验,具体样品信息见表1。

表1 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹的样品信息

Tab.1 Biological information of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*

项目 Item	样品数 N	体质量 Body mass/g
雄体 Male		
合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	18	94.48 ± 12.30
中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	18	102.28 ± 17.40
雌体 Female		
合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	16	78.81 ± 9.89
中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	16	83.93 ± 13.17

### 1.2 样品解剖

用干毛巾擦干蟹体表面水分后称量蟹体质量,随后用镊子将每个蟹体内肝胰腺和性腺全部

挑出并称量,剩余躯体放在-40℃冰箱中冷冻过夜。次日用剪刀和镊子刮出腹部、大螯和附肢中的所有肌肉,装入样品袋中称重。根据样品质量分别计算肝胰腺指数(Hepatopancreas index, HSI)、性腺指数(Gonadosomatic index, GSI)、出肉率(Meat yield, MY)和总可食率(Total edible yield, TEY)。所有蟹壳和组织样品均于-40℃冰箱中保存,用于后续色泽和营养成分分析。HSI、GSI、MY和TEY依据以下公式进行计算:

$$W_{\text{HSI}} = M_{\text{H}}/M \times 100 \quad (1)$$

$$W_{\text{GSI}} = M_{\text{G}}/M \times 100 \quad (2)$$

$$W_{\text{MY}} = M_{\text{M}}/M \times 100 \quad (3)$$

$$W_{\text{TEY}} = (M_{\text{G}} + M_{\text{H}} + M_{\text{M}})/M \times 100 \quad (4)$$

式中:  $W_{\text{HSI}}$  为 HSI, %;  $M_{\text{H}}$  为肝胰腺质量, g;  $M$  为体质量, g;  $W_{\text{GSI}}$  为 GSI, %;  $M_{\text{G}}$  为性腺质量, g;  $W_{\text{MY}}$  为 MY, %;  $M_{\text{M}}$  为肌肉质量, g;  $W_{\text{TEY}}$  为 TEY, %。

### 1.3 色泽参数测定

使用色差仪(CE-400, Konica Minolta, Marunouchi, Tokyo, Japan)在D65模式下测定肝胰腺的表面色度值( $L^*$ :亮度值;  $a^*$ :红度值;  $b^*$ :黄度值)<sup>[25]</sup>;使用冷冻干燥法将卵巢冻干,粉碎后用色差仪测定卵巢的色度值;将蟹壳冻干后剪成等大的两半,一半用来测定色度值,另一半蟹壳去掉内膜后粉碎保存于-40℃冰箱中,待后续测定总类胡萝卜素含量。

### 1.4 总类胡萝卜素含量测定

雌体样品测定肝胰腺湿样、蟹壳冻干样和卵巢冻干样中总类胡萝卜素含量,雄体仅测定肝胰腺湿样和蟹壳冻干样中的总类胡萝卜素含量。参考LONG等<sup>[15]</sup>用80%丙酮和纯丙酮结合来提取类胡萝卜素,具体步骤:取0.2~0.4g样品,加入4mL80%丙酮振荡混匀后超声波水浴15min,使色素充分溶解于丙酮中。随后6000r/min离心8min,将上清液收集于15mL棕色离心管密闭暂存。残余物继续用纯丙酮提取3次,每次添加量依次为4、3和2mL,至离心后上清液为透明无色时即完成提取。将所有提取液用纯丙酮定容至15mL并取2mL测量478nm处吸光值。用商业化虾青素标准品在丙酮中的不同浓度值绘制标准曲线计算总类胡萝卜素含量。

### 1.5 常规营养成分及脂肪酸测定

所有组织中水分的测定参考真空冷冻干燥法<sup>[21]</sup>;蛋白质的测定参考AOAC<sup>[26]</sup>推荐的凯氏

定氮法;总脂肪的测定参考 FOLCH 等<sup>[27]</sup>的方法;脂肪酸的测定首先采用三氟化硼甲酯化,随后根据 WU 等<sup>[28]</sup>的方法利用气相色谱进行测定和分析其组成和含量。根据脂肪酸商业标准品出峰时间鉴定脂肪酸种类,采用面积百分比法计算脂肪酸含量。

### 1.6 数据处理

所有数据采用 SPSS 22.0 软件进行差异显著性分析。数据采用平均值  $\pm$  标准差 (Mean  $\pm$  SD) 表示,采用 GraphPad prism version 8.0 制图,表格均为 Excel 2019 制作。方差的齐性检验利用 Levene 方法检验数据是否满足齐性方差,当数据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 ANOVA 及 Duncan 氏法进行方差分析与多重比较。进一步,采用双因素方差分析 (Two-way ANOVA) 比较种类和性别对绒螯蟹的组织系数和生化成分等参数的影响,当  $P < 0.05$  时为差异显著。

## 2 结果与分析

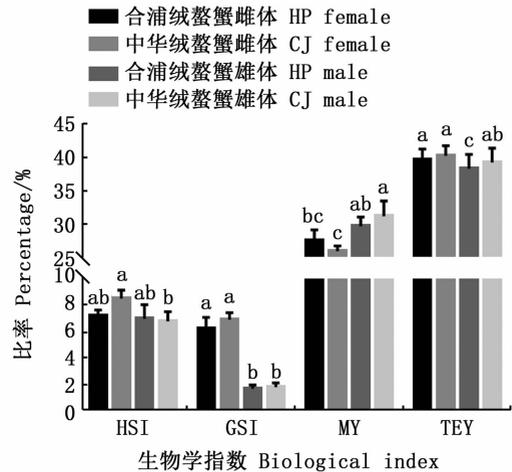
### 2.1 组织系数和可食率

野生合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹的 GSI、HSI、MY 和 TEY 见图 1。除了 MY 外,两种绒螯蟹雌体 HSI、GSI、TEY 都高于雄体。就雄体而言,中华绒螯蟹雄体 TEY 显著高于合浦绒螯蟹雄体 ( $P < 0.05$ ),2 种绒螯蟹其余组织系数 (HSI、GSI、MY) 无明显差异 ( $P > 0.05$ )。雌体方面,相比于合浦绒螯蟹,中华绒螯蟹雌体除 MY 较低外,其余指标 (HSI、GSI、和 TEY) 均略高,但无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 色泽参数及总类胡萝卜素含量

合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹的色泽参数见表 2。就雌体而言,合浦绒螯蟹蟹壳湿样的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),干样中  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  均无显著性差异 ( $P > 0.05$ ),合浦绒螯蟹卵巢干样中  $a^*$  显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),且肝胰腺湿样中  $a^*$  也显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ );就雄体而言,合浦绒螯蟹蟹壳湿样中  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),肝胰腺湿样中  $a^*$  也显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),但蟹壳干样中两种绒螯蟹的色泽参数无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。绒螯蟹种类对蟹壳湿样的色泽参数影响有显著性差异 ( $P < 0.05$ ),性别

虽然对绒螯蟹各部位色泽有影响,但大部分均无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。



数据用平均值  $\pm$  标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),相同小写字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

Data are represented as Mean  $\pm$  SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P < 0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P > 0.05$ ).

图 1 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹的可食率比较

Fig. 1 Biological indexes of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis* (n=16)

由表 3 可知:就蟹壳而言,无论雌雄,合浦绒螯蟹总类胡萝卜素 (TC) 含量均显著低于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ );而在肝胰腺中却呈现相反趋势,合浦绒螯蟹雌体中 TC 虽略高于中华绒螯蟹 ( $P > 0.05$ ),但雄体显著高于中华绒螯蟹。卵巢中,合浦绒螯蟹雌体 TC 也高于中华绒螯蟹,但是差异不显著 ( $P > 0.05$ )。双因素分析结果显示,不同部位的 TC 含量受到绒螯蟹种类和性别及他们相互作用的显著影响 ( $P < 0.05$ )。

### 2.3 常规营养成分

就肝胰腺而言,不论雌雄,两种绒螯蟹水分、蛋白、脂肪含量差异均不显著 ( $P > 0.05$ );就性腺而言,除合浦绒螯蟹雌体水分含量显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),雌体脂肪含量显著低于中华绒螯蟹外 ( $P < 0.05$ ),同性别间其余常规营养成分均无显著性差异 ( $P > 0.05$ );就肌肉而言,合浦绒螯蟹雄体水分含量显著低于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ ),合浦绒螯蟹雄体蛋白质含量显著高于中华绒螯蟹 ( $P < 0.05$ )。双因素方差分析显示,性别对性腺、肌肉的常规营养成分影响显著 ( $P <$

0.05),但对肝胰腺的常规营养成分影响不大 ( $P>0.05$ )。见表4。

表2 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹的色泽参数

Tab.2 Color parameters of wild *Eriocheir hepueusis* and *Eriocheir sinensis*

$n=9$

项目 Item	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepueusis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepueusis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类×性别 Variety×Sex
蟹壳湿样 Wet carapace							
$L^*$	34.53 ± 2.25 <sup>a</sup>	29.65 ± 1.28 <sup>c</sup>	33.77 ± 2.93 <sup>b</sup>	30.09 ± 1.72 <sup>c</sup>	0	0.072	0.020
$a^*$	1.97 ± 0.97 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.16 <sup>b</sup>	1.67 ± 0.77 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.07 <sup>b</sup>	0	0.983	0.949
$b^*$	8.96 ± 2.05 <sup>a</sup>	2.75 ± 0.56 <sup>b</sup>	8.59 ± 2.25 <sup>a</sup>	2.40 ± 0.49 <sup>b</sup>	0	0.372	0.632
蟹壳干样 Dry carapace							
$L^*$	56.90 ± 1.89	59.00 ± 1.01	55.88 ± 1.93	59.34 ± 2.30	0.036	0.549	0.378
$a^*$	21.56 ± 2.26	19.29 ± 2.40	21.32 ± 3.41	19.20 ± 2.00	0.194	0.952	0.908
$b^*$	34.49 ± 2.70	33.25 ± 1.55	35.10 ± 3.26	34.41 ± 3.32	0.805	0.492	0.134
卵巢干样 Dry ovary							
$L^*$	64.50 ± 5.02 <sup>b</sup>	75.16 ± 1.33 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
$a^*$	26.30 ± 2.44 <sup>a</sup>	19.96 ± 2.28 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
$b^*$	34.14 ± 6.89 <sup>b</sup>	45.27 ± 2.20 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
肝胰腺湿样 Wet hepatopancreas							
$L^*$	58.77 ± 3.80	63.36 ± 4.86	57.97 ± 6.12	56.86 ± 7.00	0.980	0.418	0.344
$a^*$	9.46 ± 2.02 <sup>a</sup>	3.74 ± 1.11 <sup>b</sup>	10.39 ± 2.08 <sup>a</sup>	3.73 ± 1.73 <sup>b</sup>	0	0.461	0.356
$b^*$	27.51 ± 2.44 <sup>b</sup>	40.86 ± 2.35 <sup>a</sup>	26.65 ± 2.48 <sup>ab</sup>	30.32 ± 5.20 <sup>b</sup>	0.035	0.000	0.125

注:数据用平均值±标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),相同小写字母表示差异不显著( $P>0.05$ )。Notes: Data are represented as Mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P<0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P>0.05$ ).

表3 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹的类胡萝卜素质量分数

Tab.3 Carotenoid mass fraction of wild *Eriocheir hepueusis* and *Eriocheir sinensis*  $n=5$ , mg/kg

项目 Item	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepueusis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepueusis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类×性别 Variety×Sex
蟹壳干样 Dry carapace	208.03 ± 64.72 <sup>c</sup>	875.88 ± 76.07 <sup>a</sup>	271.34 ± 46.95 <sup>c</sup>	556.02 ± 106.23 <sup>b</sup>	0	0.006	0.014
肝胰腺湿样 Wet hepatopancreas	154.40 ± 40.02 <sup>b</sup>	125.77 ± 5.45 <sup>b</sup>	256.78 ± 21.83 <sup>a</sup>	134.94 ± 3.40 <sup>b</sup>	0	0.014	0
卵巢干样 Dry ovary	2 833.30 ± 9.47	1 747.84 ± 276.54	-	-	-	-	-

注:数据用平均值±标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),相同小写字母表示差异不显著( $P>0.05$ ), -表示未检测。Notes: Data are represented as mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P<0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P>0.05$ ), - means not tested.

## 2.4 脂肪酸组成

由表5可知:合浦绒螯蟹雌体肝胰腺中C16:0、C18:0和总饱和脂肪酸( $\Sigma$ SFA)显著高于中华绒螯蟹( $P<0.05$ );合浦绒螯蟹雄体肝胰腺中C22:6n3、n-3多不饱和脂肪酸( $\Sigma$ n-3 PUFA)和 $\Sigma$ PUFA含量均显著高于中华绒螯蟹( $P<0.05$ ),其余脂肪酸含量无显著差异( $P>0.05$ )。双因素方差分析显示绒螯蟹种类显著影响绒螯蟹性腺中大部分脂肪酸( $P<0.05$ ),而性别只对C15:0、C17:0等少数脂肪酸的影响较大( $P<0.05$ )。

由表6可知:合浦绒螯蟹雌体肌肉中C16:0、 $\Sigma$ SFA、C18:1n、 $\Sigma$ MUFA和DHA/EPA显著高于中

华绒螯蟹( $P<0.05$ ),其余脂肪酸含量无显著性差异( $P>0.05$ );合浦绒螯蟹雄体肌肉中C18:0和C20:5n3显著低于中华绒螯蟹( $P<0.05$ )。双因素方差分析显示,绒螯蟹种类和性别均对绒螯蟹肌肉中的脂肪酸含量有显著影响( $P<0.05$ )。

由表7可知:就雌体而言,合浦绒螯蟹性腺中C18:0、C20:1n9显著高于中华绒螯蟹( $P<0.05$ );就雄体而言,合浦绒螯蟹性腺中C17:0、C22:6n3显著高于中华绒螯蟹( $P<0.05$ ),其余脂肪酸含量无显著差异( $P>0.05$ )。整体上,两绒螯蟹性腺中脂肪酸含量差异较大( $P<0.05$ ),脂肪酸含量主要受到性别的影响( $P<0.05$ ),绒螯蟹种

类对不饱和脂肪酸含量影响较大( $P < 0.05$ )。

表 4 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹可食组织的常规营养成分  
Tab. 4 Proximate composition in the edible tissue of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*

常规营养成分 Proximate composition	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类 × 性别 Variety × Sex
肝胰腺 Hepatopancreas							
水分 Moisture	56.04 ± 2.47	50.88 ± 4.28	57.35 ± 5.08	54.44 ± 6.74	0.265	0.722	0.253
蛋白质 Protein	10.87 ± 0.60	9.54 ± 0.26	9.89 ± 0.43	9.67 ± 0.45	0.834	0.934	0.036
脂肪 Lipid	29.35 ± 4.19	32.73 ± 4.61	26.17 ± 6.18	27.04 ± 7.00	0.404	0.170	0.245
性腺 Gonad							
水分 Moisture	54.90 ± 0.65 <sup>b</sup>	51.10 ± 0.37 <sup>c</sup>	74.21 ± 0.07 <sup>a</sup>	74.70 ± 1.34 <sup>a</sup>	0.040	0	0.008
蛋白质 Protein	30.51 ± 0.52 <sup>a</sup>	30.90 ± 1.44 <sup>a</sup>	15.39 ± 0.16 <sup>b</sup>	15.88 ± 0.18 <sup>b</sup>	0.164	0	0.564
脂肪 Lipid	13.05 ± 0.22 <sup>b</sup>	14.30 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.98 ± 0.14 <sup>c</sup>	1.06 ± 0.05 <sup>c</sup>	0	0	0
肌肉 Muscle							
水分 Moisture	76.60 ± 1.47 <sup>b</sup>	76.99 ± 0.49 <sup>b</sup>	77.34 ± 0.68 <sup>b</sup>	80.73 ± 1.22 <sup>a</sup>	0.004	0	0.006
蛋白质 Protein	20.19 ± 0.42 <sup>a</sup>	18.80 ± 0.66 <sup>a</sup>	18.60 ± 0.54 <sup>a</sup>	16.25 ± 1.17 <sup>b</sup>	0.002	0.001	0.357
脂肪 Lipid	0.98 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.15 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.06 <sup>ab</sup>	0	0.007	0.434

注:数据用平均值 ± 标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同小写字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。  
Notes: Data are represented as Mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P < 0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P > 0.05$ ).

表 5 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹肝胰腺中脂肪酸组成  
Tab. 5 Fatty acid composition in hepatopancreas of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*  $n = 9$

项目 Item	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类 × 性别 Variety × Sex
C14:0	1.97 ± 0.15	1.90 ± 0.08	2.39 ± 0.63	1.88 ± 0.12	0.256	0.425	0.387
C15:0	0.75 ± 0.08 <sup>c</sup>	1.26 ± 0.03 <sup>ab</sup>	1.06 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.06 <sup>a</sup>	0	0.005	0.078
C16:0	19.19 ± 0.35 <sup>a</sup>	14.64 ± 0.18 <sup>b</sup>	17.49 ± 1.00 <sup>a</sup>	16.79 ± 0.59 <sup>ab</sup>	0.001	0.721	0.008
C17:0	1.48 ± 0.18 <sup>b</sup>	1.46 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.08 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.87 ± 0.09 <sup>ab</sup>	0.331	0.001	0.416
C18:0	6.70 ± 0.27 <sup>a</sup>	3.55 ± 0.02 <sup>c</sup>	5.68 ± 0.59 <sup>ab</sup>	4.83 ± 0.39 <sup>bc</sup>	0	0.737	0.010
C22:0	0.49 ± 0.10	0.36 ± 0.09	0.62 ± 0.12	0.50 ± 0.38	0.375	0.486	0.661
ΣSFA	30.57 ± 0.38 <sup>a</sup>	23.37 ± 0.36 <sup>c</sup>	28.73 ± 1.08 <sup>ab</sup>	26.96 ± 1.16 <sup>b</sup>	0	0.100	0.005
C16:1n7	10.16 ± 0.68 <sup>a</sup>	9.65 ± 0.60 <sup>ab</sup>	8.87 ± 0.87 <sup>ab</sup>	6.91 ± 0.78 <sup>b</sup>	0.121	0.018	0.347
C18:1n	18.24 ± 1.79	16.42 ± 1.14	17.32 ± 0.65	17.36 ± 1.30	0.503	0.993	0.483
C20:1n9	3.97 ± 0.77	5.99 ± 0.18	3.66 ± 0.73	5.98 ± 0.35	0.002	0.780	0.770
ΣMUFA	32.37 ± 1.65	32.06 ± 1.42	29.84 ± 0.32	30.24 ± 1.06	0.802	0.069	0.619
C18:2n6	6.54 ± 1.84	4.64 ± 0.82	4.26 ± 1.04	3.54 ± 1.11	0.320	0.205	0.649
C18:3n3	2.53 ± 0.33	2.00 ± 0.09	2.02 ± 0.26	1.59 ± 0.13	0.051	0.064	0.818
C20:2n6	1.62 ± 0.26	1.22 ± 0.18	1.36 ± 0.30	1.35 ± 0.21	0.397	0.787	0.430
C20:4n6	3.06 ± 0.26	3.21 ± 0.14	4.08 ± 0.59	2.90 ± 0.60	0.267	0.447	0.161
C20:5n3	3.46 ± 0.45	3.26 ± 0.12	3.98 ± 0.89	2.70 ± 0.45	0.206	0.972	0.349
C22:5n3	1.07 ± 0.46	0.59 ± 0.10	1.72 ± 0.37	0.54 ± 0.07	0.018	0.336	0.273
C22:6n3	2.63 ± 0.34 <sup>ab</sup>	1.49 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.64 ± 0.38 <sup>a</sup>	2.05 ± 0.31 <sup>b</sup>	0.001	0.024	0.469
ΣPUFA	20.91 ± 1.38 <sup>a</sup>	16.40 ± 0.88 <sup>ab</sup>	21.05 ± 1.07 <sup>a</sup>	14.66 ± 1.44 <sup>b</sup>	0.001	0.522	0.454
Σn-3PUFA	9.69 ± 0.99 <sup>ab</sup>	7.34 ± 0.13 <sup>b</sup>	11.36 ± 1.21 <sup>a</sup>	6.89 ± 0.67 <sup>b</sup>	0.002	0.487	0.238
Σn-6PUFA	11.23 ± 2.03	9.07 ± 0.82	9.70 ± 1.83	7.78 ± 1.09	0.207	0.374	0.938
DHA/EPA	0.77 ± 0.09 <sup>ab</sup>	0.46 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.01 ± 0.16 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.16 <sup>ab</sup>	0.054	0.034	0.660
n3/n6	1.00 ± 0.25	0.83 ± 0.08	1.45 ± 0.53	0.95 ± 0.16	0.293	0.372	0.598

注:数据用平均值 ± 标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同小写字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。  
Notes: Data are represented as Mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P < 0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P > 0.05$ ).

表 6 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹肌肉中脂肪酸组成  
 Tab. 6 Fatty acid composition in muscle of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*  $n = 9$

项目 Item	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类 × 性别 Variety × Sex
C14:0	0.25 ± 0.08	0.24 ± 0.08	0.30 ± 0.11	0.19 ± 0.01	0.226	0.618	0.775
C15:0	0.30 ± 0.04	0.39 ± 0.02	0.35 ± 0.03	0.39 ± 0.03	0.038	0.372	0.520
C16:0	10.80 ± 0.42 <sup>a</sup>	8.17 ± 0.23 <sup>b</sup>	8.48 ± 0.49 <sup>b</sup>	8.77 ± 0.73 <sup>b</sup>	0.049	0.139	0.018
C17:0	1.17 ± 0.08	1.29 ± 0.09	1.33 ± 0.10	1.53 ± 0.13	0.211	0.100	0.417
C18:0	7.86 ± 0.28	7.30 ± 0.24	7.22 ± 0.36 <sup>b</sup>	8.50 ± 0.44 <sup>a</sup>	0.244	0.343	0.024
C22:0	0.73 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.19 <sup>ab</sup>	0.57 ± 0.23 <sup>ab</sup>	0.32 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.039	0.158	0.803
ΣSFA	20.84 ± 1.01 <sup>a</sup>	18.57 ± 0.42 <sup>b</sup>	18.84 ± 0.89 <sup>b</sup>	20.38 ± 0.76 <sup>ab</sup>	0.261	0.521	0.007
C16:1n7	4.24 ± 0.25 <sup>a</sup>	3.84 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.36 ± 0.41 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.20 <sup>b</sup>	0.301	0	0.548
C18:1n	19.12 ± 1.25 <sup>a</sup>	14.74 ± 0.54 <sup>b</sup>	14.46 ± 1.02 <sup>b</sup>	15.87 ± 0.72 <sup>b</sup>	0.071	0.147	0.006
C20:1n9	2.62 ± 1.12	3.48 ± 0.35	2.59 ± 0.55	2.33 ± 0.34	0.887	0.106	0.757
ΣMUFA	25.98 ± 0.33 <sup>a</sup>	22.06 ± 0.73 <sup>b</sup>	19.41 ± 0.92 <sup>b</sup>	20.45 ± 1.11 <sup>b</sup>	0.053	0	0.016
C18:2n6	5.29 ± 1.20	3.68 ± 0.63	3.17 ± 0.79	2.86 ± 0.35	0.383	0.145	0.625
C18:3n3	1.38 ± 0.11 <sup>ab</sup>	1.86 ± 0.26 <sup>a</sup>	0.99 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.28 ± 0.21 <sup>ab</sup>	0.096	0.013	0.840
C20:2n6	2.12 ± 0.26	1.51 ± 0.33	2.47 ± 0.45	1.75 ± 0.26	0.057	0.414	0.920
C20:4n6	8.85 ± 0.48	8.47 ± 0.96	9.14 ± 0.47	9.43 ± 0.32	0.958	0.341	0.624
C20:5n3	13.50 ± 0.48 <sup>ab</sup>	14.42 ± 0.52 <sup>ab</sup>	13.27 ± 1.61 <sup>b</sup>	16.48 ± 0.73 <sup>a</sup>	0.023	0.261	0.190
C22:5n3	1.08 ± 0.18	0.70 ± 0.10	1.37 ± 0.41	0.87 ± 0.17	0.037	0.355	0.923
C22:6n3	11.18 ± 0.67	8.68 ± 0.41	9.36 ± 1.96	11.14 ± 0.65	0.786	0.644	0.046
ΣPUFA	43.41 ± 0.65	39.32 ± 2.55	39.77 ± 2.74	43.80 ± 0.65	0.879	0.690	0.057
Σn-3PUFA	27.14 ± 1.03	25.66 ± 1.05	24.99 ± 3.62	29.77 ± 0.69	0.313	0.537	0.082
Σn-6PUFA	16.27 ± 1.17	13.66 ± 1.70	14.78 ± 1.53	14.04 ± 0.75	0.283	0.816	0.602
DHA/EPA	0.83 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.60 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.70 ± 0.11 <sup>ab</sup>	0.68 ± 0.06 <sup>ab</sup>	0.064	0.731	0.095
n3/n6	1.71 ± 0.19	1.96 ± 0.21	1.73 ± 0.37	2.14 ± 0.14	0.199	0.729	0.628

注:数据用平均值 ± 标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同小写字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。  
 Notes: Data are represented as Mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P < 0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P > 0.05$ ).

### 3 讨论

#### 3.1 组织系数和可食率比较

肝胰腺、性腺和肌肉是蟹类的三大可食用组织,其中,三者之和往往被认为是该蟹的总可食率<sup>[28]</sup>。本研究结果表明,合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹雄体肝胰腺指数、性腺指数和出肉率之间差异不显著。说明,虽然两品种蟹所在地理位置相隔较远,但是雄体肝胰腺和性腺发育速度接近。而雌体方面,合浦绒螯蟹性腺指数显著低于中华绒螯蟹,这可能因为中华绒螯蟹水域同期水温较合浦绒螯蟹水域水温低,性腺发育比同时期合浦绒螯蟹快导致<sup>[29]</sup>。先前研究<sup>[30]</sup>结果表明,高纬度(平均水温较低)地区的野生中华绒螯蟹性腺发育速度快于低纬度地区的群体。就性别而言,无论合浦绒螯蟹还是中华绒螯蟹,雌雄体之间完成生殖蜕壳后,雌体肝胰腺和性腺指数均要略高于雄体,这主要是因为雌蟹承担产卵和抱卵的任务,雌体需要在肝胰腺存储较多的营养物质供越

冬和抱卵期间的能量消耗,卵巢中的营养发育主要供应胚胎发育阶段的营养需求<sup>[13,30-32]</sup>。

#### 3.2 色度值和类胡萝卜素含量的比较

色泽作为甲壳动物的一个特征表型,不仅对生长性能、成活率以及繁殖性能方面具有重要作用<sup>[33-35]</sup>,还往往影响着消费者购买欲望和产品的市场价格<sup>[36-38]</sup>。本研究结果表明:合浦绒螯蟹雌体蟹壳湿样的  $L^*$ 、 $a^*$  和  $b^*$  显著高于中华绒螯蟹,其卵巢干样中  $a^*$  也显著较高。此外,合浦绒螯蟹雄体蟹壳湿样中  $a^*$  和  $b^*$  显著高于中华绒螯蟹,肝胰腺湿样中  $a^*$  同样显著高于中华绒螯蟹,这说明合浦绒螯蟹蟹壳、肝胰腺和卵巢与中华绒螯蟹相比红度更好,可能会使其在市场销售中更容易受到消费者青睐,具体颜色的差异可能与其不同品种生活环境和饵料差异有关。蟹壳、卵巢和肝胰腺中类胡萝卜素的组成和含量在一定程度上影响着蟹对应组织的色泽<sup>[39-40]</sup>,此外,饵料因素对甲壳动物体内类胡萝卜素的含量和组成也会产生较大影响<sup>[27,34]</sup>。合浦绒螯蟹肝胰腺和性

腺中总类胡萝卜素含量要高于中华绒螯蟹,这表明与中华绒螯蟹相比,合浦绒螯蟹可食组织中的类胡萝卜素营养价值可能有一定优势。

表 7 野生合浦绒螯蟹和野生中华绒螯蟹性腺中脂肪酸组成

Tab. 7 Fatty acid composition in gonad of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*  $n = 9$ 

项目 Item	雌体 Female		雄体 Male		ANOVA-P		
	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	合浦绒螯蟹 <i>E. hepuensis</i>	中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	种类 Variety	性别 Sex	种类 × 性别 Variety × Sex
C14:0	0.84 ± 0.15	0.87 ± 0.10	0.81 ± 0.38	0.31 ± 0	0.043	0.029	0.024
C15:0	0.47 ± 0.11 <sup>b</sup>	1.06 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.41 ± 0.04 <sup>b</sup>	0	0	0
C16:0	11.59 ± 0.48	11.31 ± 1.00	8.50 ± 0.97	10.46 ± 2.84	0.294	0.036	0.175
C17:0	0.96 ± 0.17 <sup>b</sup>	1.06 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.28 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.110	0.064	0.019
C18:0	5.76 ± 0.79 <sup>b</sup>	2.82 ± 0.23 <sup>c</sup>	7.32 ± 0.18 <sup>a</sup>	6.84 ± 0.39 <sup>ab</sup>	0.650	0	0.379
C22:0	0.43 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.15 <sup>b</sup>	1.04 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.13 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.702	0.280	0.063
ΣSFA	20.55 ± 1.32	20.70 ± 1.03	20.26 ± 1.41	20.98 ± 2.52	0	0	0.004
C16:1n7	10.44 ± 0.72 <sup>b</sup>	12.80 ± 0.49 <sup>a</sup>	3.44 ± 0.38 <sup>c</sup>	3.74 ± 1.61 <sup>c</sup>	0.022	0	0.051
C18:1n	17.40 ± 1.05	19.39 ± 1.48	16.47 ± 0.69	19.80 ± 1.33	0.149	0.053	0.468
C20:1n9	2.22 ± 0.27 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.14 <sup>c</sup>	3.01 ± 1.36 <sup>a</sup>	2.82 ± 0.44 <sup>ab</sup>	0.074	0.002	0.216
ΣMUFA	30.06 ± 1.42 <sup>a</sup>	33.37 ± 1.17 <sup>a</sup>	22.86 ± 0.30 <sup>b</sup>	26.35 ± 0.16 <sup>b</sup>	0.039	0	0.205
C18:2n6	5.65 ± 2.39	4.00 ± 0.59	2.96 ± 0.15	4.42 ± 0.25	0.986	0.165	0.052
C18:3n3	2.42 ± 0.42 <sup>a</sup>	2.61 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.12 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.27 ± 0.22 <sup>b</sup>	0.387	0	0.841
C20:2n6	1.48 ± 0.42 <sup>b</sup>	0.94 ± 0.28 <sup>b</sup>	2.48 ± 0.35 <sup>a</sup>	1.94 ± 0.51 <sup>ab</sup>	0.060	0.001	0.842
C20:4n6	5.66 ± 0.82 <sup>b</sup>	6.98 ± 0.82 <sup>b</sup>	14.69 ± 0.03 <sup>a</sup>	15.68 ± 0.31 <sup>a</sup>	0.033	0	0.769
C20:5n3	8.00 ± 0.74 <sup>c</sup>	8.91 ± 0.41 <sup>bc</sup>	10.06 ± 0.20 <sup>ab</sup>	11.51 ± 1.15 <sup>a</sup>	0	0.385	0
C22:5n3	1.34 ± 0.75	1.44 ± 0.26	1.60 ± 0.03	0.70 ± 0.02	0	0	0
C22:6n3	5.60 ± 0.47 <sup>ab</sup>	6.08 ± 0.49 <sup>a</sup>	6.25 ± 0.17 <sup>a</sup>	4.71 ± 0.48 <sup>b</sup>	0.581	0.035	0.057
ΣPUFA	30.15 ± 0.52 <sup>b</sup>	30.96 ± 1.69 <sup>b</sup>	39.13 ± 0.08 <sup>a</sup>	40.21 ± 1.44 <sup>a</sup>	0	0	0
Σn-3PUFA	17.36 ± 1.56	19.04 ± 0.60	19.02 ± 0.09	18.18 ± 0.87	0	0	0
Σn-6PUFA	12.79 ± 2.09 <sup>b</sup>	11.92 ± 1.19 <sup>b</sup>	20.12 ± 0.17 <sup>a</sup>	22.03 ± 0.57 <sup>a</sup>	0	0.044	0
DHA/EPA	0.71 ± 0.09	0.69 ± 0.08	0.62 ± 0.03	0.42 ± 0.08	0.586	0	0
n3/n6	1.44 ± 0.38 <sup>ab</sup>	1.63 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.01 <sup>bc</sup>	0.82 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.342	0.001	0

注:数据用平均值 ± 标准差表示。同组指标上标有不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同小写字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。Notes: Data are represented as Mean ± SD. In the same row, the values with the different superscript letters mean significant differences among the groups ( $P < 0.05$ ), the values with the same superscript letters mean no significant differences among the groups ( $P > 0.05$ ).

### 3.3 常规生化和脂肪酸组成的比较

可食用组织中常规营养成分和脂肪酸组成是评价绒螯蟹营养品质的重要指标,其组成受到多方面因素的影响,如遗传<sup>[41]</sup>、养殖环境<sup>[42]</sup>、饵料<sup>[43]</sup>、发育阶段<sup>[44]</sup>等。肝胰腺、性腺和肌肉中水分、粗蛋白、总脂肪含量可以直接反映蟹类的部分营养价值。在本研究中,常规营养成分方面,合浦绒螯蟹雌体肝胰腺和雄体肌肉中具有高蛋白优势,但中华绒螯蟹雌体性腺中具有高脂肪特点;脂肪酸组成方面,合浦绒螯蟹在雌雄肝胰腺、雌体肌肉和雄性性腺中 DHA 比例均要高于中华绒螯蟹,DHA 是神经系统细胞生长及维持的重要脂肪酸,是大脑和视网膜的重要构成脂肪酸,尤其对婴幼儿智力和视力具有重要作用<sup>[45-46]</sup>,这暗示合浦绒螯蟹可能具有更高的脂肪酸营养价值。此外,这两种绒螯蟹在不同组织中营养积累存在

一定差异,作者推测可能主要原因有两个。其一,长江和南流江的水环境及底栖饵料(底栖动物和有机碎屑等)可能有较大差异,这可能导致两种绒螯蟹体内常规生化成分和脂肪酸组成存在一定差异,这种现象在北方三水系(绥芬河、辽河和图们江)绒螯蟹中也有报道<sup>[29,42]</sup>。其二,中华绒螯蟹和合浦绒螯蟹的遗传上存在一定差异<sup>[6]</sup>,这可能也会导致两者生化组成上存在一定差异。先前有研究<sup>[47]</sup>表明,中华绒螯蟹和日本绒螯蟹常规营养成分也存在较大差异,所以虽然合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹同为绒螯蟹,但不同种,这种常规营养成分差异很可能是物种遗传特性导致,具体有待深入研究。

综上,合浦绒螯蟹和中华绒螯蟹具有相似的组织系数,可食部位的营养组成虽然存在一定差异,但各有优势。整体而言,合浦绒螯蟹比中华

绒螯蟹具有更好的色泽和更高的总类胡萝卜素含量,这也表明合浦绒螯蟹具有较大开发利用价值。今后可以考虑将合浦绒螯蟹野生扣蟹和中华绒螯蟹野生扣蟹放在同一个池塘中养殖并比较其营养品质,通过减少环境差异,深入探讨遗传因素对其影响。

### 参考文献:

- [1] 王成辉,李思发. 中华绒螯蟹种质研究进展[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 82-86.  
WANG C H, LI S F. Advances in studies on germplasm in Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2002, 9(1): 82-86.
- [2] SUI L Y, ZHANG F M, WANG X M, et al. Genetic diversity and population structure of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* in its native range[J]. Marine Biology, 2009, 156(8): 1573-1583.
- [3] WU X G, ZHAO H L, JIANG X D, et al. Comparison of culture performance and gonadal development of wild-caught Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* juveniles from three major river populations [J]. Fisheries Science, 2018, 84(6): 929-937.
- [4] 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. 2020 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 34.  
Fishery Administration of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Aquatic Technology Promotion Station, China Fisheries Society. China fishery statistical yearbook[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2020: 34.
- [5] NASER M D, PAGE T J, NG N K, et al. Invasive records of *Eriocheir hepuensis* Dai, 1991 (Crustacea: Brachyura: Grapsoidea: Varunidae): Implications and taxonomic considerations[J]. BioInvasions Record, 2012, 1(1).
- [6] GUO J Y, NG N K, DAI A, et al. The taxonomy of three commercially important species of mitten crabs of the genus *Eriocheir* De Haan, 1835 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae) [J]. Raffles Bulletin of Zoology, 1997, 45(2): 445-476.
- [7] 李孟仙, 曾辉. 合浦绒螯蟹的繁殖生物学[J]. 湛江海洋大学学报, 2000, 20(2): 152-154.  
LI M X, ZENG H. Reproduction of *Eriocheir hepuensis*[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2000, 20(2): 152-154.
- [8] 张良尧. 合浦绒螯蟹养殖技术[J]. 内陆水产, 2000(12): 28-29.  
ZHANG L Y. The breeding technology of *Eriocheir hepuensis* [J]. Inland Fisheries, 2000(12): 28-29.
- [9] 陈康. 合浦绒螯蟹人工养殖试验[J]. 中国水产, 2000(7): 32.  
CHEN K. Experiment on artificial breeding of *Eriocheir hepuensis*[J]. China Fisheries, 2000(7): 32.
- [10] 葛永春, 常国亮, 邓登, 等. 三种育肥饲料对中华绒螯蟹雄体成活率、性腺发育和色泽的影响[J]. 水产科技情报, 2018, 45(3): 144-148, 154.  
GE Y C, CHANG G L, DENG D, et al. Effects of three feeding diets on survival, ovarian development and coloration of adult male Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* [J]. Fisheries Science and Technology Information, 2018, 45(3): 144-148, 154.
- [11] LI K, CAI C F, YE Y T, et al. Comparison of non-volatile compounds and sensory characteristics of Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*) reared in lakes and ponds: Potential environmental factors [J]. Aquaculture, 2012, 364-365: 96-102.
- [12] KAUSE A, RITOLA O, PAANANEN T, et al. Coupling body weight and its composition: a quantitative genetic analysis in rainbow trout [J]. Aquaculture, 2002, 211(1/4): 65-79.
- [13] 赵恒亮, 吴旭干, 姜晓东, 等. 池塘养殖条件下长江、黄河和辽河种群中华绒螯蟹雌体卵巢发育和营养组成的比较研究[J]. 水产学报, 2017, 41(1): 109-122.  
ZHAO H L, WU X G, JIANG X D, et al. Comparative study on gonadal development and nutritional composition among Yangtze, Huang, and Liao River populations of adult female *Eriocheir sinensis* cultured in earth ponds [J]. Journal of Fisheries of China, 2017, 41(1): 109-122.
- [14] 吴旭干, 龙晓文, 刘乃更, 等. 中华绒螯蟹、日本绒螯蟹及其杂交种性腺发育和生化组成的比较[J]. 淡水渔业, 2015, 45(3): 3-8.  
WU X G, LONG X W, LIU N G, et al. Comparative study on gonadal development and biochemical composition among *Eriocheir sinensis*, *E. japonica* and their hybrids [J]. Freshwater Fisheries, 2015, 45(3): 3-8.
- [15] LONG X W, WU X G, ZHAO L, et al. Effects of dietary supplementation with *Haematococcus pluvialis* cell powder on coloration, ovarian development and antioxidation capacity of adult female Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* [J]. Aquaculture, 2017, 473: 545-553.
- [16] LI Q Q, ZU L, CHENG Y X, et al. Carapace color affects carotenoid composition and nutritional quality of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* [J]. LWT, 2020, 126: 019286.
- [17] TUME R K, SIKES A L, TABRETT S, et al. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour[J]. Aquaculture, 2009, 296(1/2): 129-135.
- [18] HUGHES D A. Dietary carotenoids and human immune function[J]. Nutrition, 2001, 17(10): 823-827.
- [19] SHARECK M, ROUSSEAU M C, KOUSSHIK A, et al. Inverse association between dietary intake of selected carotenoids and vitamin C and risk of lung cancer [J]. Frontiers in Oncology, 2017, 7: 23.

- [20] RICCIONI G. Carotenoids and cardiovascular disease[J]. *Current Atherosclerosis Reports*, 2009, 11(6): 434-439.
- [21] SUN Q F, JIANG X D, HOU W J, et al. Ovarian fullness affects biochemical composition and nutritional quality of female swimming crab *Portunus trituberculatus*[J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2021, 106: 104271.
- [22] 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: 42-50.
- 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: 42-50.
- [23] 王光慈. 食品营养学[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2001: 19-24.
- WANG G C. Food nutrition[M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2001: 19-24.
- [24] DUNBAR B S, BOSIRE R V, DECKELBAUM R J. Omega 3 and omega 6 fatty acids in human and animal health: an African perspective [J]. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2014, 398(1/2): 69-77.
- [25] LI Q Q, LIU Q, ZHANG C, et al. Can color-related traits in the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) be improved through quantitative genetic inheritance? [J]. *Aquaculture*, 2019, 512: 734355.
- [26] AOAC. Official methods of analysis[M]. 16th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1995: 1298.
- [27] FOLCH J, LEES M, STANLEY G H S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues[J]. *The Journal of Biological Chemistry*, 1957, 226(1): 497-509.
- [28] WU X G, CHENG Y X, TANG B P, et al. Changes in lipid and fatty acid composition of pre- and post- spawning *Onchidium struma* [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2017, 53(6): 1089-1100.
- [29] 祖露, 于强, 姜晓东, 等. 中国北方野生雄绒螯蟹成蟹可食率和生化成分分析[J]. *水产科学*, 2021, 40(1): 20-28.
- ZU L, YU Q, JIANG X D, et al. Edible yield and proximate composition analysis of wild male adult mitten crab, *Eriocheir* sp. in northern China[J]. *Fisheries Science*, 2021, 40(1): 20-28.
- [30] 顾志敏, 何林岗. 中华绒螯蟹卵巢发育周期的组织学细胞学观察[J]. *海洋与湖沼*, 1997, 28(2): 138-145.
- GU Z M, HE L G. Histological and cytological observation on the development cycle of crab (*Eriocheir sinensis*) ovary[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1997, 28(2): 138-145.
- [31] 周永昌, 王世会, 成永旭, 等. 辽河、长江水系及其杂交种中华绒螯蟹成蟹阶段养殖性能比较[J]. *上海海洋大学学报*, 2020, 29(6): 820-828.
- ZHOU Y C, WANG S H, CHENG Y X, et al. Comparison of culture performance of juvenile Chinese mitten crab inbred families and hybrid families derived from Liaohe River and Yangtze River [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2020, 29(6): 820-828.
- [32] 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.
- [33] QUINTON C D, MCMILLAN I, GLEBE B D. Development of an Atlantic salmon (*Salmo salar*) genetic improvement program: Genetic parameters of harvest body weight and carcass quality traits estimated with animal models [J]. *Aquaculture*, 2005, 247(1/4): 211-217.
- [34] JIN G, XIE P, LI Z J. Food habits of 2-year-old Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, stocked in lake Bao'an [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2003, 27(2): 140-146.
- [35] 李清清. 中华绒螯蟹色泽遗传参数评估及色泽形成机制研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2019: 1-10.
- LI Q Q. Estimates of genetic parameters for colour traits and colour formation mechanism in *Eriocheir sinensis* [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2019: 1-10.
- [36] WADE N M, BUDD A, IRVIN S, et al. The combined effects of diet, environment and genetics on pigmentation in the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon*[J]. *Aquaculture*, 2015, 449: 78-86.
- [37] WADE N M, GABAUDAN J, GLENCROSS B D. A review of carotenoid utilisation and function in crustacean aquaculture[J]. *Reviews in Aquaculture*, 2017, 9(2): 141-156.
- [38] PARISENTI J, BEIRÃO L H, TRAMONTE V L C G, et al. Preference ranking of colour in raw and cooked shrimps[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2011, 46(12): 2558-2561.
- [39] SU F, YU W J, LIU J G. Comparison of effect of dietary supplementation with *Haematococcus pluvialis* powder and synthetic astaxanthin on carotenoid composition, concentration, esterification degree and astaxanthin isomers in ovaries, hepatopancreas, carapace, epithelium of adult female Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. *Aquaculture*, 2020, 523: 735146.
- [40] HAN T, LI X Y, WANG J T, et al. Effects of dietary astaxanthin (AX) supplementation on pigmentation, antioxidant capacity and nutritional value of swimming crab, *Portunus trituberculatus*[J]. *Aquaculture*, 2018, 490: 169-177.
- [41] JIANG X D, WANG H N, CHENG Y X, et al. Growth performance, gonad development and nutritional composition of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* selected for growth and different maturity time[J]. *Aquaculture*, 2020, 523: 735194.
- [42] ZHANG D D, JIANG X D, ZU L, et al. A comparative evaluation of the nutritional quality of three wild populations

- of female mitten crabs (*Eriocheir sensu stricto*) in northern China[J]. *Crustaceana*, 2021, 94(3): 309-324.
- [43] WU X G, ZHU S C, ZHANG H C, et al. Fattening culture improves the gonadal development and nutritional quality of male Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. *Aquaculture*, 2020, 518: 734865.
- [44] 赵樑, 吴娜, 王锡昌, 等. 不同生长阶段下中华绒螯蟹滋味成分差异研究[J]. *现代食品科技*, 2016, 32(7): 261-269.
- ZHAO L, WU N, WANG X C, et al. Comparison of the flavor components of Chinese mitten crab at different growth stages[J]. *Modern Food Science & Technology*, 2016, 32(7): 261-269.
- [45] 宋黎黎, 高建操, 邵乃麟, 等. 越冬暂养对雌性中华绒螯蟹的营养品质及风味的影响[J]. *上海海洋大学学报*, 2021, 30(5): 800-811.
- SONG L L, GAO J C, SHAO N L, et al. Effects of overwintering cultivation on nutritional quality and flavor of female *Eriocheir sinensis* [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2021, 30(5): 800-811.
- [46] MUSKIET F A J, VAN GOOR S A, KUIPERS R S, et al. Long-chain polyunsaturated fatty acids in maternal and infant nutrition [J]. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 2006, 75(3): 135-144.
- [47] WANG Z Y, ZU L, LI Q Q, et al. A comparative evaluation of the nutritional quality of *Eriocheir sinensis* and *Eriocheir japonica* (Brachyura, Varunidae) [J]. *Crustaceana*, 2020, 93(6): 567-585.

## Comparison of edible yield and nutritional composition of wild *Eriocheir hepuensis* and *Eriocheir sinensis*

WEI Maolei<sup>1</sup>, ZHANG Dongdong<sup>1</sup>, ZHUANG Zhenjun<sup>1</sup>, JIANG Xiaodong<sup>1</sup>, LIU Kai<sup>2</sup>, FANG Weiping<sup>3</sup>, WU Xugan<sup>1,4,5</sup>

(1. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Ecological Environment and Resources of Inland Fisheries, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, Jiangsu, China; 3. Agriculture and Rural Bureau of Changxing County, Changxing 313100, Zhejiang, China; 4. Shanghai Engineering Research Center of Aquaculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 5. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Hepu mitten crab (*Eriocheir hepuensis*) is mainly distributed along the coast of Guangxi. It has important economic value and breeding potential. There is no report on the edible yield and nutritional composition of HP. Therefore, this study used wild Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in the Yangtze River as a control to determine and compare the edible yield, color parameters, total carotenoid content, proximate composition and fatty acid composition of wild HP and CJ adult crabs. The results showed: The edible yield of HP male was significantly lower than that of CJ male, but there was no significant difference in the gonadal index, hepatosomatic index and the meat yield between Hepu mitten crab and Chinese mitten crab; Regardless of male and female, the  $a^*$  and  $b^*$  values of the wet carapace of HP crab were significantly higher than those of CJ, and the total carotenoid content of HP male hepatopancreas was significantly higher than that of CJ male; The moisture of HP female in gonad was significantly higher than that of CJ female, but the lipid of muscle of HP female was significantly lower than that of CJ female, and the moisture and the protein content of HP male in muscle were significantly lower than those of CJ male;  $\Sigma$ SFA in HP female hepatopancreas, C18:1n,  $\Sigma$ MUFA, DHA/EPA in muscle and C18:0, C20:1n9 in ovaries were all significantly higher than CJ female, and HP male hepatopancreas contained higher C22:6n3 and  $\Sigma$ PUFA while hepatopancreas had higher C22:6n3,  $\Sigma$ PUFA than CJ male. In summary, similar tissue indices are found between HP and CJ, but there are differences in proximate composition, carotenoid content, and fatty acid composition. This may be related to their genetics and growth environment.

**Key words:** *Eriocheir hepuensis*; *Eriocheir sinensis*; proximate composition; carotenoid; fatty acid composition