

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20211228004

http://www.ykxjz.cn/

王世会, 罗亮, 张瑞, 郭坤, 张旭彬, 孔令杰, 赵志刚. 绥芬河水系野生绒螯蟹体重分布及常规营养品质. 渔业科学进展, 2022, 43(4): 61-69

WANG S H, LUO L, ZHANG R, GUO K, ZHANG X B, KONG L J, ZHAO Z G. Body weight profile and proximate composition of adult Suifenhe *Eriocheir sensu stricto*. Progress in Fishery Sciences, 2022, 43(4): 61-69

绥芬河水系野生绒螯蟹体重分布 及常规营养品质*

王世会¹ 罗亮¹ 张瑞¹ 郭坤¹ 张旭彬² 孔令杰² 赵志刚^{1①}

(1. 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所 黑龙江省冷水性鱼类种质资源及增殖重点开放实验室
黑龙江 哈尔滨 150070; 2. 黑龙江省水产技术推广总站 黑龙江 哈尔滨 150010)

摘要 绒螯蟹(*Eriocheir sensu stricto*)是高盐碱耐受性水产动物,然而随着绒螯蟹种质退化等原因,北方地区养殖绒螯蟹面临规格小、抗逆性差和病害频发等问题,开发利用新的土著绒螯蟹种质保证绒螯蟹产业健康发展显得尤为必要。团队于2020和2021年9月,在黑龙江省绥芬河水系用地笼捕捉野生绒螯蟹共计299只(雌体156只,雄体143只),统计绒螯蟹性成熟情况并分别计算不同体重绒螯蟹所占百分比,测量性成熟个体的甲壳长、甲壳宽,解剖取出肝胰腺和性腺,精刮肌肉,测定可食率、色泽及常规营养成分。结果显示,绥芬河绒螯蟹雌体未性成熟比例显著低于性成熟比例($P<0.05$),而雄体则相反。不论是雌体还是雄体,性成熟个体的平均体重均显著高于未性成熟个体($P<0.05$)。雌性成熟个体平均体重为(110.51±2.42) g,雄性则为(147.79±5.94) g。雌性成熟个体(≥ 100.00 g/只)的百分比为55.94%,雄性成熟个体(≥ 125.00 g/只)的百分比为60.00%。9月29日,雌体肝胰腺指数(HSI)和性腺指数(GSI)均显著高于雄体,而出肉率(MY)和肥满度(CF)则显著低于雄体($P<0.05$)。雌体甲壳亮度值(L^*)和黄度值(b^*)均显著低于雄体($P<0.05$)。雌体性腺和肌肉中粗蛋白含量显著高于雄体,而性腺中水分含量则显著低于雄体($P<0.05$)。综上所述,绥芬河绒螯蟹具有性成熟个体平均体重大且大规格个体百分比高等特点,卵巢和肌肉中粗蛋白与粗脂肪百分比高,是一种重要的高蛋白低脂肪营养物质来源。本研究结果为绥芬河水系野生绒螯蟹种质资源开发以及利用提供了基础资料。

关键词 绥芬河绒螯蟹; 体重; 色泽; 品质

中图分类号 S932.52 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2022)04-0061-09

绒螯蟹(*Eriocheir sensu stricto*)是我国重要的水产经济养殖品种之一(姜晓东等, 2016),目前消费者

所知最多的是河蟹,且绝大多数消费者认为河蟹即中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*),这不严谨。中华绒螯蟹

* 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(HSY202008Q)、中国水产科学研究院基本科研业务费项目(2021XT05; 2020TD56)和国家重点研发计划(2020WED0900402)共同资助 [This work was supported by Central Public-Interest Scientific Institution Basal Research Fund, HRFRI (HSY202008Q), Central Public-Interest Scientific Institution Basal Research Fund, CAFS (2021XT05; 2020TD56), and National Key Research and Development Program of China (2020WED0900402)]. 王世会, E-mail: firstwsh@163.com

① 通信作者: 赵志刚, 副研究员, E-mail: Zhaozhigang@hrfri.ac.cn

收稿日期: 2021-12-28, 收修改稿日期: 2022-01-21

简称为河蟹,但河蟹不仅包括中华绒螯蟹一个种,还包括日本绒螯蟹(*Eriocheir japonicus*)和合浦绒螯蟹(*Eriocheir hepuensis*)两个种(Guo *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 2008; Xu *et al.*, 2009; 王武等, 2013),所以严格来说河蟹是绒螯蟹的简称,更为准确。绒螯蟹是降河洄游生活史的水产动物,在河口半咸水区域交配并产卵,孵化后的大眼幼体再迁移到淡水中生长(Cheng *et al.*, 2008)。绒螯蟹广泛分布于我国沿海的各大水系中,北至黑龙江省绥芬河水系,南至广西壮族自治区南流江水系,均有野生绒螯蟹的群体分布。2020年全国绒螯蟹产量为77.59万t(农业农村部渔业渔政管理局, 2021),养殖产量较高的区域主要集中于长江流域,如江苏、湖北、安徽和辽河流域如辽宁等省。虽然我国绒螯蟹产业规模较大,但目前开发利用的绒螯蟹种质主要是长江和辽河水系中华绒螯蟹(王武等, 2013),而其他水系的绒螯蟹种质资源状况了解甚少。

绥芬河绒螯蟹是分布于黑龙江省牡丹江市东宁市绥芬河水系的土著野生绒螯蟹群体。张志华等(2005)指出,绥芬河绒螯蟹学名应为日本绒螯蟹,因绒螯蟹是洄游性水产动物,绥芬河绒螯蟹被认为是日本海的日本绒螯蟹溯河洄游到绥芬河而形成的地理群体。2003年黑龙江省水产技术推广总站开展科技攻关,设立“绥芬河河蟹人工繁育及养殖技术研究”科研项目,初次实现绥芬河绒螯蟹苗种的人工繁育,并成功孵化出80kg的大眼幼体(张志华等, 2005)。近些年,随着辽宁盘锦中华绒螯蟹种质退化严重,“牛奶病”病害频发,而绥芬河绒螯蟹因规格相对较大,部分孵化企业从业者到黑龙江收集绥芬河绒螯蟹进行苗种繁育。在苗种繁育之前,首先要系统调查绥芬河水系野生绒螯蟹的种质资源状况,并阐述其优异性状,这样才能为新种质开发利用提供重要支撑,而绥芬河水系野生绒螯蟹种质资源评估内容却一直未见报道,这对全面评估绒螯蟹新种质十分不利。2021年《农业农村部关于开展全国农业种质资源普查》的文件中提出:“农业种质资源是保障国家粮食安全和重要农产品有效供给的战略性资源,是农业科技原始创新与现代种业发展的物质基础”,对打赢我国水产种业翻身仗具有重要的意义。杨雨虹等(2022)研究表明,中华绒螯蟹是高盐碱耐受性水产动物,适宜在低中碱度盐碱水中开展养殖。而新绒螯蟹种质开发利用对我国绒螯蟹产业发展及盐碱水养殖均具有重要意义,为此,团队利用2年时间分别收集了绥芬河水系野生绒螯蟹,并对其性成熟比例、平均体重、体重分布、色泽和常规营养成分进行测定和分析,以期绒螯蟹新种质资源评估及开发利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 样品来源

本研究所用绒螯蟹为2020和2021年9月采用地笼捕捉自绥芬河水系的野生绒螯蟹,捕捉江段为绥芬河水系东宁段(44.01°N, 131.14°E)。两年共捕捉雌体156只,雄体143只。活体运输至中国水产科学研究院黑龙江水产研究所黑龙江省冷水性鱼类种质资源及增殖重点开放实验室进行分析测定。

1.2 性成熟个体及体重分布统计

根据王武等(2013)判别所捕获绥芬河水系野生绒螯蟹性成熟状况,并计算未性成熟与性成熟个体百分比含量。生殖蜕壳的判断标准:雌体主要依据腹脐形状和腹脐绒毛长度;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(王世会等, 2019a)。用电子天平(型号:JA2002,精确度为0.01g,上海浦春计量仪器有限公司)逐一称量所有捕获绒螯蟹个体,计算未性成熟与性成熟的平均体重,并统计各规格所占总个体数的百分比含量。

1.3 性成熟绒螯蟹可食组织比例及肥满度测定

选取性成熟且百分比含量最高的绒螯蟹组雌雄体各15只,用电子天平准确称量,并用游标卡尺(型号:605,精确度为0.01mm,哈尔滨量具刃具有限责任公司)测量甲壳长和甲壳宽,计算肥满度(condition factor, CF)。解剖取出全部肝胰腺和性腺精确称重,计算肝胰腺指数(hepatosomatic index, HSI, %)和性腺指数(gonadosomatic index, GSI, %)。精刮绒螯蟹一半肌肉,计算出肉率(muscle yield, MY, %)和总可食率(total edible yield, TEY, %)(王世会等, 2019a)。

$$CF = W/L^3;$$

$$HSI (\%) = 100 \times W_H/W;$$

$$GSI (\%) = 100 \times W_G/W;$$

$$MY (\%) = 100 \times W_M/W;$$

$$TEY (\%) = GSI + HSI + MY$$

式中, L 为甲壳长(cm), W_H 为肝胰腺重(g), W_G 为性腺重(g), W_M 为肌肉重(g), W 为体重(g)。

1.4 色泽及常规营养品质测定

选取解剖后获得的甲壳、肝胰腺和性腺样品,用高精度分光测色仪(型号:CR-400,日本柯尼卡美能达控股公司)分别测定湿样和冻干样的色泽,每个样品随机测量3个点取平均值作为其色泽的参考值,测量参数包括亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)(Long *et al.*, 2017)。

采用真空冷冻干燥法(赵恒亮, 2016)测定绒螯蟹可食组织(肝胰腺、性腺和肌肉)的水分含量(-50℃真空冷冻至恒重);采用 AOAC(1995)方法测定绒螯蟹可食组织中的粗蛋白(凯氏定氮法)和灰分(550℃灼烧至恒重);参考 GB 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》索氏抽提法提取绒螯蟹可食组织中粗脂肪并测定其含量。

1.5 数据分析

应用 SPSS 22.0 软件处理实验数据并统计分析,所有数据均采用平均值±标准误(Mean±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* 检验检查各项指标间的差异性, *P*<0.05 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 性成熟比例及平均体重分布

9 月末黑龙江省绥芬河水系(东宁段)野生绒螯蟹存在未性成熟和性成熟两种状态,比例如图 1 所示。雌体未性成熟比例为(24.36±2.56)%,性成熟比例为(75.64±3.97)%,性成熟比例显著高于未性成熟比例(*P*<0.05);雄体未性成熟比例为(65.03±3.08)%,性成熟比例为(34.97±2.46)%,性成熟比例显著低于未性成熟比例(*P*<0.05)。未性成熟和性成熟绒螯蟹平均体重如图 2 所示。雌体未性成熟绒螯蟹平均体重为(70.28±4.03)g,性成熟绒螯蟹平均体重为(110.51±2.42)g,性成熟绒螯蟹平均体重显著高于未性成熟绒螯蟹(*P*<0.05);雄体未性成熟绒螯蟹平均体重为(75.25±2.95)g,性成熟绒螯蟹平均体重为(147.79±5.94)g,性成熟绒螯蟹平均体重显著高于未性成熟绒螯蟹(*P*<0.05)。

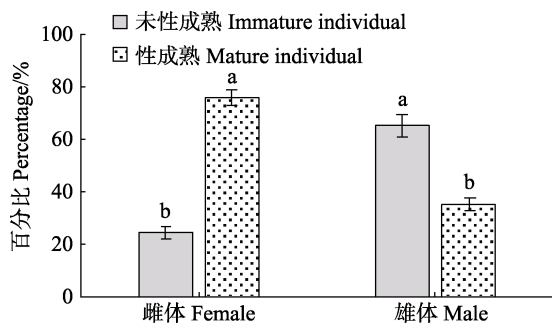


图 1 绥芬河绒螯蟹雌雄成熟比例
Fig.1 The percentage of maturity Suifenhe mitten crab

数据上标中含有不同字母表示差异显著(*P*<0.05),下同。

Values with different superscripts are significantly different (*P*<0.05), the same as below.

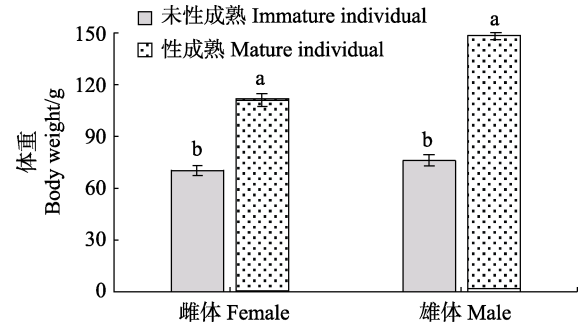


图 2 绥芬河绒螯蟹雌雄平均体重
Fig.2 The average body weight of adult Suifenhe mitten crab

绥芬河绒螯蟹不同规格分布比例如图 3 所示。就雌体而言(图 3),未性成熟绒螯蟹平均体重主要集中于 50.00~99.99 g 范围内,且不同规格组间存在显著性差异(*P*<0.05)。性成熟绒螯蟹平均体重主要集中于 75.00~149.99 g 范围内,除 50.00~74.99 g 规格和 175.00~199.99 g 规格间无显著性差异外,其余各规格组间均存在显著性差异(*P*<0.05),同时≥100.00 g 的个体数比例达到了 55.94%。就雄体而言(图 3),未性成熟绒螯蟹平均体重主要集中于 30.00~124.99 g 范围内,

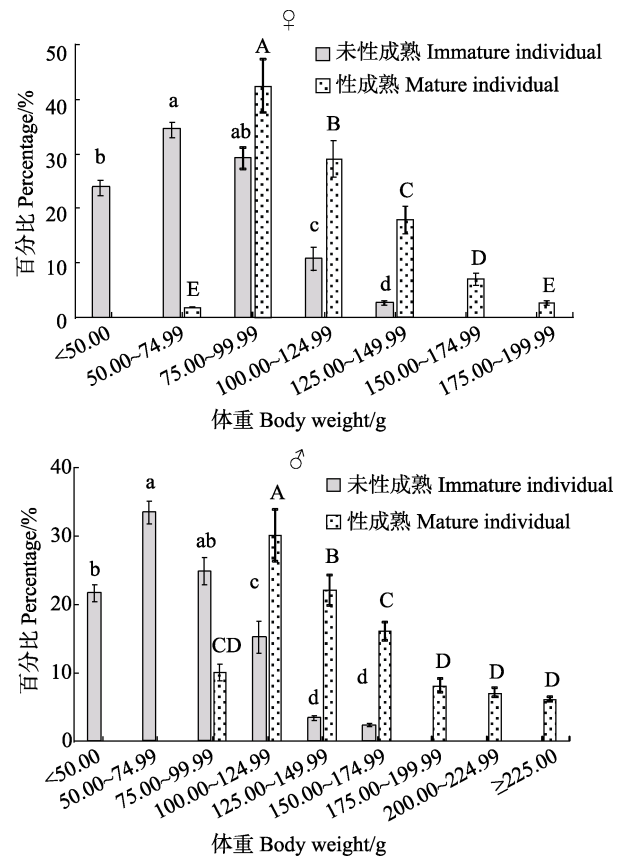


图 3 绥芬河绒螯蟹不同规格分布比例
Fig.3 The body weight distribution of Suifenhe mitten crab

除 125.00~149.99 g 规格和 150.00~174.99 g 规格无显著性差异外, 其余各规格组间均存在显著性差异 ($P<0.05$)。性成熟绒螯蟹平均体重分布较为分散, 除 175.00~199.99 g、200.00~224.99 g 和 ≥ 225.00 g 规格无显著性差异外, 其余各规格组间均存在显著性差异 ($P<0.05$), 同时 ≥ 125.00 g 的个体数比例达到了 60.00%。

2.2 可食组织比例及肥满度

绥芬河绒螯蟹雌体和雄体可食组织比例及 CF 比较见表 1 所示。雌体平均体重、MY 和 CF 显著低于雄体 ($P<0.05$), 而 HSI 和 GSI 则显著高于雄体 ($P<0.05$), 其余指标甲壳长、甲壳宽和 TEY 则无显著性差异 ($P>0.05$)。

2.3 色泽及常规营养品质

绥芬河绒螯蟹成体色泽参数见表 2 所示。雌体甲壳湿样及干样的 L^* 和 b^* 均显著低于雄体 ($P<0.05$) (图 4), 肝胰腺湿样的 L^* 显著低于雄体 ($P<0.05$), 其余甲壳和肝胰腺雌雄性别间色泽参数均无显著性差异 ($P>0.05$)。

表 1 绥芬河绒螯蟹可食组织比例及肥满度比较

Tab.1 Edible tissue ratio and condition factor of adult Suifenhe mitten crab ($n=15$)

项目 Item	雌体 Female	雄体 Male
体重 BW/g	87.01±2.78 ^b	104.74±2.85 ^a
甲壳长 CL/mm	56.08±0.53	55.85±0.47
甲壳宽 CW/mm	59.61±0.58	61.01±0.50
肝胰腺指数 HSI/%	8.51±0.33 ^a	6.66±0.33 ^b
性腺指数 GSI/%	2.65±0.22 ^a	1.43±0.06 ^b
出肉率 MY/%	31.57±0.69 ^b	34.04±0.51 ^a
总可食率 TEY/%	42.73±0.75	42.13±0.74
肥满度 CF	0.49±0.01 ^b	0.60±0.01 ^a

注: 同行数据上标中含有不同字母表示差异显著 ($P<0.05$), 下同。

Notes: Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$), the same as below.

绥芬河绒螯蟹常规营养品质如表 3 所示。就性腺而言, 雌体水分含量显著低于雄体 ($P<0.05$), 而粗蛋白和粗脂肪含量则显著高于雄体 ($P<0.05$), 灰分含量无显著性差异 ($P>0.05$); 就肝胰腺而言, 雌雄性别间均无显著性差异 ($P>0.05$); 就肌肉而言, 雌体粗蛋白含量显著高于雄体 ($P<0.05$), 其余指标无显著性差异 ($P>0.05$)。

表 2 绥芬河绒螯蟹成体色泽比较

Tab.2 The comparison of color quality of adult Suifenhe mitten crab ($n=9$)

项目 Item	色泽 Color	雌体 Female	雄体 Male
甲壳 Carapace	湿样 Wet sample	L^*	44.36±0.99 ^b 51.52±0.93 ^a
		a^*	3.16±0.18 3.07±0.20
	干样 Dry sample	b^*	14.74±0.97 ^b 19.79±0.74 ^a
		L^*	57.33±0.76 ^b 60.33±0.80 ^a
		a^*	19.96±0.66 19.05±0.50
		b^*	33.06±0.98 ^b 36.18±0.83 ^a
肝胰腺 Hepatopancreas	湿样 Wet sample	L^*	69.32±0.70 ^a 66.64±0.82 ^b
		a^*	10.76±0.71 12.28±0.54
	干样 Dry sample	b^*	48.10±2.36 46.43±2.11
		L^*	55.82±1.13 56.62±1.28
		a^*	12.34±0.30 13.07±0.77
		b^*	34.05±0.77 31.96±1.33
性腺 Gonads	湿样 Wet sample	L^*	27.74±0.46 —
		a^*	2.88±0.37 —
	干样 Dry sample	b^*	2.31±0.41 —
		L^*	72.17±0.75 —
		a^*	24.65±0.58 —
		b^*	43.66±0.85 —

3 讨论

种质资源(又称为遗传资源)是亲代传递给子代的遗传物质, 往往存在于物种之中(Primack, 1992), 包括野生物种、培育推广的新品种以及重要的遗传材料等(刘英杰等, 2015)。野生土著种的开发利用是增加水产养殖新品种的重要途径, 而种质资源调查则是了解野生种质资源状况的重要手段。本研究表明, 9月末绥芬河水系野生绒螯蟹性成熟雌体平均体重为 (110.51±2.42) g, 雄体为 (147.79±5.94) g, 这显著高于闽江水系(徐建峰等, 2020)和南流江水系野生绒螯蟹体重(2019年度调研)。通常来讲, 长江流域中华绒螯蟹个体平均体重最大, 随着纬度升高或降低, 绒螯蟹个体平均体重均逐渐减小。例如, 由于二龄辽河水系中华绒螯蟹长成规格较小, 故养殖区域主要限制在东北及华北部分地区。目前, 南流江水系绒螯蟹由于并未开发利用, 但通过调研可知其平均体重较小。但在黑龙江省, 绥芬河野生绒螯蟹的平均体重却显著高于人工养殖中华绒螯蟹, 与通常认知有悖。与人工池塘养殖或稻田养殖环境相比较而言, 绥芬河野生绒螯蟹生长于绥芬河天然水域中, 推测可能水体平均深度较大, 水温较低, 同时动物性饵料资源较为匮乏等因素, 导致 2 年生长期不能性成熟, 故生活史延长到 3 年或

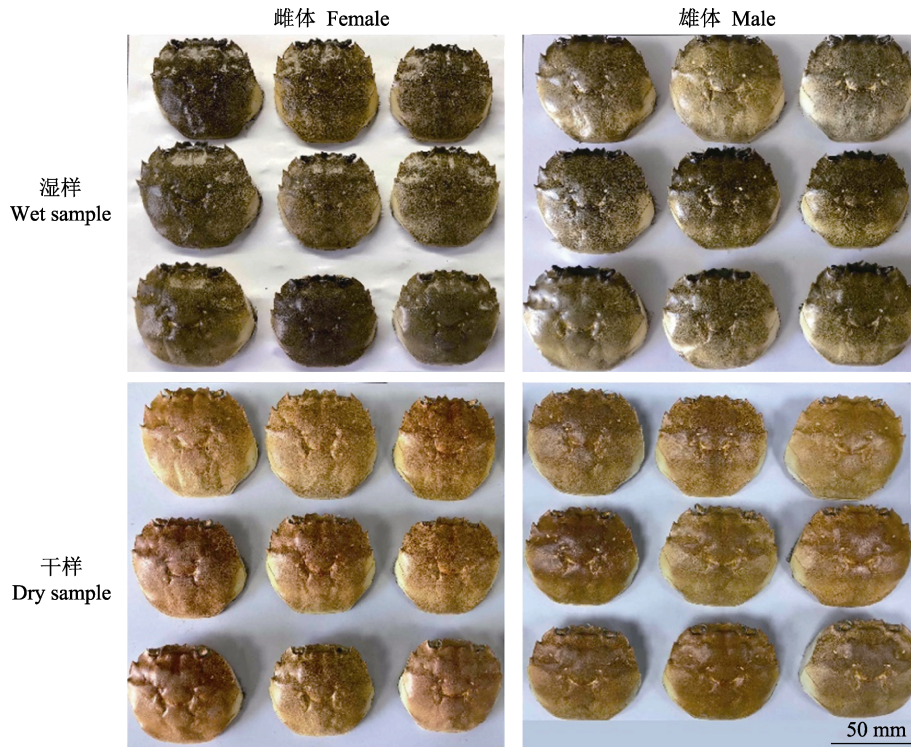


图 4 绥芬河绒螯蟹头胸甲湿样及干样色泽比较

Fig.4 The color of wet and dry carapace of adult Suifenhe mitten crab

表 3 绥芬河绒螯蟹常规营养成分比较(%，湿重)
Tab.3 The proximate composition of adult Suifenhe mitten crab (%，wet weight) (n=15)

项目 Item	雌体 Female	雄体 Male
性腺 Gonad		
水分 Moisture	67.07±2.30 ^b	78.80±0.64 ^a
粗蛋白 Crude protein	21.65±0.20 ^a	13.31±0.03 ^b
粗脂肪 Crude lipid	8.08±0.26 ^a	1.27±0.15 ^b
灰分 Ash	1.71±0.10	1.78±0.00
肝胰腺 Hepatopancreas		
水分 Moisture	55.94±1.94	56.75±2.11
粗蛋白 Crude protein	8.72±0.23	9.18±0.33
粗脂肪 Crude lipid	32.12±0.63	30.36±0.17
灰分 Ash	1.01±0.04	1.04±0.09
肌肉 Muscle		
水分 Moisture	81.39±0.49	82.02±0.51
粗蛋白 Crude protein	15.51±0.08 ^a	14.58±0.22 ^b
粗脂肪 Crude lipid	0.60±0.03	0.55±0.01
灰分 Ash	1.37±0.03	1.35±0.05

4 年，多 1~2 年的生长期直接影响了绥芬河野生绒螯蟹雌雄个体平均体重。这与刘艳春(2014)提及的黄河三角洲天然水域中也存在大规格个体的成因相似。绥

芬河野生绒螯蟹未性成熟雌体平均体重为(70.28±4.03) g，雄体则为(75.25±2.95) g，而在水温、水草和饵料资源均很丰富的前提下，一年人工养殖扣蟹的平均体重仅约为 4.00~10.00 g 左右(王世会等, 2019b)，通过这个数据也能从侧面反映绥芬河天然水域中绒螯蟹的生活史不太可能是 2 年。目前关于蟹类年龄鉴定文献报道较少，仅从蟹类眼柄组织切片观察生长纹细纹与宽纹等(蒋瑞等, 2018; 倪震宇等, 2019)角度探讨过，这为蟹类年龄鉴定提供了新的方法，但对在生产实践中蟹类年龄鉴定指导意义有限，并未广泛应用。

就性别差异而言，雌体平均体重要小于雄体，这在许多水产动物体现出较为明显的生长速度差异(王世会等, 2019b)，同时雄体规格大于雌体，也有利于繁殖群体中雌体保持生殖潜力(杜楠等, 2021)。本研究表明，雌体 HSI、GSI 和 TEY 高于雄体，而 MY 和 CF 则低于雄体，这与以往公开报道文献结果一致(王世会等, 2020; Wang *et al*, 2021)，说明野生绒螯蟹与人工养殖中华绒螯蟹在可食组织比例和 CF 等指标参数上是一致的。但由于野生绒螯蟹的生物饵料不足等原因，其 GSI 数值略低于人工养殖绒螯蟹，性腺发育速度较慢。

色泽是绒螯蟹感官评价的重要指标参数，也是影

响消费者购买欲的重要因素(Tume *et al.*, 2009; Long *et al.*, 2017)。通常来讲, 绒螯蟹的甲壳及可食组织红度值越高, 则相对市场价格越高(Chien *et al.*, 1992), L^* 、 a^* 和 b^* 是评价水产动物色泽的重要指标参数, 数值高低与其中的类胡萝卜素(尤其是虾青素)含量密切相关(Long *et al.*, 2017)。本研究中, 雄体甲壳的 L^* 和 b^* 值均显著高于雌体, 这与西双版纳池塘养殖中华绒螯蟹的甲壳色泽数据相似(王世会等, 2019c)。雄体肝胰腺 a^* 值高于雌体, 可能原因是由于在性腺发育过程中, 雌蟹肝胰腺中的大量类胡萝卜素营养被转运至卵巢性腺发育, 而雄体肝胰腺中营养则无需转移至精巢(王世会等, 2019c)。

可食组织中常规营养成分是评价水产品营养价值的重要指标(Kause *et al.*, 2002)。绒螯蟹营养成分组成受遗传、养殖环境和饵料等多种因素影响(成永旭等, 1998; Wu *et al.*, 2011)。本研究表明, 绥芬河野生绒螯蟹肝胰腺和肌肉的常规营养成分因性别差异影响不大, 而性腺中常规营养成分则因性别差异影响较大, 这与王世会等(2019a、2020)报道结果一致。就不同可食组织比较而言, 性腺和肌肉中粗蛋白含量较高, 而肝胰腺中粗脂肪含量较高, 这可能与性腺中蛋白积累为性腺发育提供营养及能量有关, 而肝胰腺则是甲壳动物脂质存储和代谢的重要器官(Vogt, 1994)。尤其值得关注的的数据是, 绥芬河野生绒螯蟹卵巢中粗蛋白/粗脂肪的含量比值为 2.68, 而山东东营、青海海西蒙古族藏族自治州、上海崇明岛和云南西双版纳(王世会等, 2019a; Wang *et al.*, 2021)养殖中华绒螯蟹卵巢中粗蛋白/粗脂肪的比值仅为 1.80、2.11、1.84 和 1.94。绥芬河野生绒螯蟹雌体和雄体肌肉中粗蛋白/粗脂肪的比值高达 25.85 和 26.51, 而山东东营、青海海西蒙古族藏族自治州、上海崇明岛和云南西双版纳(王世会等, 2019a; Wang *et al.*, 2021)养殖绒螯蟹雌体比值仅为 14.28、16.32、18.31 和 15.48, 雄体比值仅为 15.98、17.32、16.44 和 19.33。以上数据说明, 与其他地区养殖或野生绒螯蟹比较而言, 绥芬河野生绒螯蟹可食组织(卵巢和肌肉)是一种高蛋白低脂肪的食物, 符合人们对高蛋白低脂肪食物的需求。

综上所述, 绥芬河野生绒螯蟹性成熟个体平均体重较大, 且大规格个体百分比含量较高, 可食组织比例、CF 指标、色泽及常规营养品质与现已开发利用的辽河和长江水系中华绒螯蟹无明显差异, 但卵巢和肌肉中粗蛋白与粗脂肪比例更加符合人体对高蛋白低脂肪食物的需求, 是一种具有较大开发潜力的绒螯蟹新种质。

参 考 文 献

- AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1995
- Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries. 2021 China Fishery Statistical Yearbook. Beijing: China Agriculture Press, 2021, 34 [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. 2021 中国渔业统计年鉴. 北京: 中国农业出版社, 2021, 34]
- CHENG Y X, DU N S, LAI W. Lipid composition in hepatopancreas of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* at different stages. *Acta Zoologica Sinica*, 1998, 44(4): 420–429 [成永旭, 堵南山, 赖伟. 不同阶段中华绒螯蟹肝胰腺的脂类及脂肪酸组成变化. *动物学报*, 1998, 44(4): 420–429]
- 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*. *Reviews in Fisheries Science*, 2008, 16(1/2/3): 377–384
- CHIEN Y H, JENG S C. Pigmentation of Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*, Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes. *Aquaculture*, 1992, 102: 333–346
- DU N, GENG Z, ZHANG T, *et al.* Reproductive population composition and physiological characteristics of *Eriocheir sinensis* in the Yangtze River estuary. *Progress in Fishery Sciences*, 2021, DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20210823002 [杜楠, 耿智, 张涛, 等. 长江口中华绒螯蟹繁殖群体的组成与生理特征. *渔业科学进展*, 2021, DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20210823002]
- 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 Hann, 1835 (Crustacea: Decapod: Brachyura: Grapsidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 1997, 45(2): 445–476
- JIANG R, LIU B L, LIU H X, *et al.* Microstructures of eyestalks of three common commercial shrimp and crab species in China. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2018, 49(1): 99–105 [蒋瑞, 刘必林, 刘华雪, 等. 三种常见经济虾蟹类眼柄微结构分析. *海洋与湖沼*, 2018, 49(1): 99–105]
- JIANG X D, WU X G, 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]
- KAUSE A, RITOLA O, PAANANEN T, *et al.* Coupling body weight and its composition: A quantitative genetic analysis in rainbow trout. *Aquaculture*, 2002, 211: 65–79
- LIU Y C. Feasibility analysis of growing large-sized river crabs

- in three years of artificial control of sexual maturity. Hebei Fisheries, 2014, 248(8): 15–17 [刘艳春. 人工控制性成熟三年养成大规格河蟹可行性分析. 河北渔业, 2014, 248(8): 15–17]
- LIU Y J, LIU Y X, FANG H, *et al.* Advances and prospect in research on aquaculture germplasm resources in China. Chinese Journal of Fisheries, 2015, 28(5): 48–55, 60 [刘英杰, 刘永新, 方辉, 等. 我国水产种质资源的研究现状与展望. 水产学杂志, 2015, 28(5): 48–55, 60]
- 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*. Aquaculture, 2017, 473: 545–553
- NI Z Y, LIU B L, ZHANG J, *et al.* Current progresses direct age determination and growth of shrimps and crabs using microstructure of eyestalks: A review. Journal of Dalian Ocean University, 2019, 34(1): 139–144 [倪震宇, 刘必林, 张健, 等. 利用眼柄微结构研究虾蟹类年龄和生长的进展. 大连海洋大学学报, 2019, 34(1): 139–144]
- PRIMACK R B. Tropical community dynamics and conservation biology. Biology Science, 1992, 42(11): 818–820
- 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. Aquaculture, 2009, 296(1/2): 129–135
- VOGT G. Life-cycle and functional cytology of the hepatopancreatic cells of *Astacus astacus*, (Crustacea, Decapoda). Zoomorphology, 1994, 114(2): 83–101
- WANG C H, LI C H, LI S F. Mitochondrial DNA-inferred population structure and demographic history of the mitten crab (*Eriocheir sensu stricto*) found along the coast of mainland China. Molecular Ecology, 2008, 17(15): 3515–3527
- WANG S H, CHENG Y X, SHI L Y, *et al.* A comparative study of edible yield and quality in adult Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in different periods of autumn. Journal of Fishery Sciences of China, 2020, 27(10): 1196–1209 [王世会, 成永旭, 石连玉, 等. 秋季不同时期上市中华绒螯蟹可食率和品质比较. 中国水产科学, 2020, 27(10): 1196–1209]
- WANG S H, LONG X W, ZU L, *et al.* Preliminary study on gonadal development and nutritional composition of adult *Eriocheir sinensis* from Xishuangbanna. Journal of Shanghai Ocean University, 2019a, 28(4): 483–490 [王世会, 龙晓文, 祖露, 等. 西双版纳河蟹性腺发育规律和营养品质. 上海海洋大学学报, 2019a, 28(4): 483–490]
- WANG S H, WANG H N, LIU Q, *et al.* A comparative study between culture performance and total edible yield of first-generation Chinese mitten crabs produced from inbred families and hybrid families. Journal of Fishery Sciences of China, 2019b, 26(4): 664–676 [王世会, 王海宁, 刘青, 等. 中华绒螯蟹 1 龄性早熟自交和 1 龄性早熟与 2 龄正常成熟杂交 F₁ 养殖性能及可食率比较. 中国水产科学, 2019b, 26(4): 664–676]
- WANG S H, WANG Y Z, WU X G, *et al.* Gonadal development and biochemical composition of Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*) from four sources. Journal of Food Science, 2021, 86(3): 1066–1080
- WANG W, WANG C H, MA X Z. Ecological culture of Chinese mitten crab aquaculture. 2nd ed. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2013, 59–84 [王武, 王成辉, 马旭洲. 河蟹生态养殖. 北京: 中国农业出版社, 2013, 59–84]
- WU X G, WANG Z, 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). Aquaculture Research, 2011, 42(3): 457–468
- XU J F, WANG S H, CHEN L W, *et al.* Adult body weight profile and gonadal development of wild Chinese mitten handed crab in Minjiang River, Fujian Province. Chinese Journal of Fisheries, 2020, 33(5): 26–31 [徐建峰, 王世会, 陈立武, 等. 闽江水系成体野生河蟹体质量分布和性腺发育研究. 水产学杂志, 2020, 33(5): 26–31]
- XU J W, CHAN T Y, TSANG L M, *et al.* Phylogeography of the mitten crab *Eriocheir sensu stricto* in East Asia: Pleistocene isolation, population expansion and secondary contact. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2009, 52(1): 45–56
- YANG Y H, LI M S, LUO L, *et al.* Study on toxicity of salinity and alkalinity on *Eriocheir sinensis*. Journal of Northeast Agricultural University, 2022, 53(2): 36–41 [杨雨虹, 李明帅, 罗亮, 等. 盐碱胁迫对中华绒螯蟹毒性作用研究. 东北农业大学学报, 2022, 53(2): 36–41]
- ZHANG Z H, ZOU M, YANG X, *et al.* Experiment report on artificial propagation of Suifenhe River crab. Fisheries Economy Research, 2005, 3: 42–45 [张志华, 邹民, 杨秀, 等. 绥芬河河蟹人工繁殖试验报告. 渔业经济研究, 2005, 3: 42–45]
- 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. Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2016, 1–2 [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. 上海海洋大学硕士研究生学位论文, 2016, 1–2]

Body Weight Profile and Proximate Composition of Adult Suifenhe *Eriocheir sensu stricto*

WANG Shihui¹, LUO Liang¹, ZHANG Rui¹, GUO Kun¹,
ZHANG Xubin², KONG Lingjie², ZHAO Zhigang^{1①}

(1. Key Open Laboratory of Cold Water Fish Germplasm Resources and Breeding of Heilongjiang Province, Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin, Heilongjiang 150070, China;

2. Heilongjiang Province Fisheries Technology Extension Center, Harbin, Heilongjiang 150010, China)

Abstract Mitten crab (*Eriocheir sensu stricto*) is an important aquaculture species in China, with three main species: Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*), Japanese mitten crab (*Eriocheir japonicus*), and Hepu mitten crab (*Eriocheir hepuensis*). Mitten crab has a catadromous life cycle. Paired mitten crabs mate and spawn in estuaries, and the progeny migrate upriver into freshwater rivers to grow. Mitten crab is widely distributed in major basins along the coast of China. Wild mitten crab populations are distributed from the Suifenhe River in the Heilongjiang Province in the north to the Nanlijiang River in the Guangxi Zhuang Autonomous Region in the south. Suifenhe mitten crab is an indigenous wild mitten crab population distributed in the Suifenhe River basin of Dongning City, Mudanjiang City, Heilongjiang Province. It is a highly salt-tolerant aquatic animal, and the current mitten crab germplasm is severely degraded. Therefore, the development of a new mitten crab germplasm is of great significance for crab industry development and salt-alkali aquaculture in China. In September 2020 and 2021, ground cages were used to capture 299 wild crabs (156 females and 143 males) from the Suifenhe River basin of Heilongjiang to investigate the parameters of sexual maturity, body weight (BW) profile, color, total edible yield, and proximate composition.

The sexual maturity of wild Suifenhe mitten crab was determined by puberty molting, and BW was measured using an electronic balance. The hepatosomatic index (HSI, %) and gonadosomatic index (GSI, %) were calculated from their respective weights and the ratio of BW. A high-precision spectrophotometer was used to determine the color of the wet and dry samples. Vacuum freeze-drying was used to determine the moisture content of the edible tissues (hepatopancreas, gonads, and muscles). Protein, lipid, and ash were analyzed by the AOAC and Soxhlet extractor method.

In late September, wild crabs in the Suifenhe River basin (Dongning Section) in Heilongjiang Province comprised of two stages: immature and sexually mature. The ratio of immature females was significantly lower than that of sexually mature ones ($P < 0.05$); however, it was the opposite for males. Regardless of sex, the average BW of sexually mature individuals was significantly higher than that of immature individuals ($P < 0.05$). The average BW of mature females was (110.51 ± 2.42) g, and the average BW of mature individuals was (147.79 ± 5.94) g. The average BW of sexually mature female crabs was mainly concentrated in the range of 75.00~149.99 g, and the percentage of mature female individuals (≥ 100.00 g/ind) was 55.94%. The average BW distribution of sexually mature male crabs was relatively scattered, and the percentage of mature male individuals (≥ 125.00 g/ind) was 60.00%. On September 29, the HSI and GSI of females were significantly higher than those of males, whereas the rates of muscle yield (MY) and condition factor (CF) were higher in males than those in females ($P < 0.05$). The brightness

① Corresponding author: ZHAO Zhigang, E-mail: Zhaozhigang@hrfri.ac.cn

(L^*) and yellowness (b^*) values of the female carapace were significantly lower than those of the males ($P<0.05$). The crude protein content in female gonads and muscles was significantly higher than that in male carapace, whereas the moisture content in male gonads was significantly higher than that in females ($P<0.05$). The results of this study provide basic data for the development and utilization of Suifenhe mitten crab germplasm resources.

Wild adult Suifenhe mitten crab had larger BW and a higher percentage of large-sized individuals than pond-reared *E. sinensis* in the north of China. The proportion of edible tissues, condition factor, color, and proximate composition of Suifenhe mitten crab were not significantly different from those of *E. sinensis* from the Liao River and Yangtze River. Meanwhile, the ratio of crude protein to crude lipid in ovaries and muscles was in accordance with the human body's need for high-protein and low-fat foods. Hence, Suifenhe mitten crab is a new crab germplasm with significant development potential. These results provide basic data for the development and utilization of Suifenhe mitten crab germplasm resources.

Key words Suifenhe *Eriocheir sensu stricto*; Body weight; Color; Quality