

文章编号: 1004 - 7271(2008)01 - 0065 - 07

莱茵种群和长江种群子一代中华绒螯蟹性腺发育及相关生物学指数变化的比较

滕炜鸣¹, 成永旭¹, 吴旭干¹, 杨筱珍¹, 边文冀², 陆全平², 王武³

(1. 上海水产大学农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090;

2. 江苏省淡水水产研究所, 江苏 南京 210017;

3. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘要: 实验通过定时定点采样, 对同种规格莱茵种群和长江种群子一代中华绒螯蟹性腺发育及相关生物学指数变化进行了比较研究。结果表明: 1) 子一代莱茵蟹和长江蟹养殖群体在同样的养殖条件下性腺指数(GSI)变化规律几乎一致, 只是在11月份以前子一代莱茵蟹雌体的GSI略高于长江蟹, 莱茵蟹性腺发育时间比长江蟹早; 2) 无论子一代莱茵蟹还是长江蟹, 其性腺快速发育期间, 雌体肝胰腺中的干物质含量显著下降($P < 0.05$), 雄体肝胰腺中的干物质含量变化不显著($P > 0.05$); 3) 两种群中华绒螯蟹雌体性腺发育过程中卵巢指数和干重显著上升, 肝胰腺指数和干重显著下降, 它们之间具有显著的相关性($R^2 = 0.95$); 雄蟹性腺发育过程中精巢指数和干重显著上升, 但是肝胰腺指数和干重几乎不变; 4) 在性腺快速发育之前, 生殖蜕壳以后(9.8 - 9.28)阶段, 无论子一代莱茵蟹还是长江蟹, 肝胰腺指数, 出肉率都显著上升, 说明此阶段是河蟹育肥的关键阶段。

关键词: 中华绒螯蟹; 性腺发育; 子一代; 莱茵蟹; 长江蟹; 比较研究

中图分类号: S 954.1 文献标识码: A

A comparative study on some biological index changes concerned with gonad development between two population of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*): Rhine and Yangtze

TENG Wei-Ming¹, CHENG Yong-Xu¹, WU Xu-Gan¹, YANG Xiao-Zhen¹

BIAN Wen-ji², LU Quan-Ping², WANG Wu³

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquaculture Ecosystem Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Freshwater Fishery Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210017, China;

3. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: This experiment compare Rhine population's first filial generation with Yangtze population of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* first filial generation crab in their gonad development regular and HIS variation and their correlation. The results show that: 1) Rhine population's first filial generation crab of

收稿日期: 2007-04-28

基金项目: 国家自然科学基金(30471349); 江苏省水产三项工程; 上海市重点学科建设项目(Y1101)

作者简介: 滕炜鸣(1979-), 男, 山东烟台人, 硕士, 专业方向为动物营养与繁殖。

通讯作者: 成永旭, E-mail: yxcheng@shfu.edu.cn

culture population and Yangtze population's first filial generation crab of culture population in the same culture environment are the same almost in gonad development regular. The GSI of the female Rhine population's first filial generation crab is higher than Yangtze population's. 2) No matter whether Rhine population's first filial generation crab or Yangtze population, in the period of their gonad development, solids content in the female's hepatopancreas will go down. solids content in the male's testis will come up ($P < 0.05$). The changes of solids content in others tissue is inconspicuousness ($P > 0.05$); 3) In the development process of crab's gonad GSI and the solids content will go up prominencily. HSI and the solids content will go down prominencily. They have prominencily relativity ($R^2 = 0.95$); In the development process, of male crab's gonad, HSI and the solids content are the same almost. 4) In the phase between exuviations(9.8-9.28) and the rapid growth of gonad, both the HSI and flesh of the two populations's first filial generation, It was demonstrated that this is the key phase of growth.

Key words: *Eriocheir sinensis*; gonad development regular; first filial generation; Rhine population of crab; Yangtze population of crab; comparative study

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*), 俗称河蟹, 是我国重要的经济蟹类, 在水产养殖业中占有十分重要的地位。由于20世纪90年代以来我国大规模、无序化的养殖, 使得辽蟹、长江蟹和瓯蟹等中华绒螯蟹地方种群混杂, 长江蟹的优质种质资源遭到严重破坏, 并由此带来的商品蟹质量显著下降, 成蟹规格变小, 养殖回报减少^[1]。中华绒螯蟹于20世纪初移居欧美大陆沿海并形成可观的地方群体^[2]。为了比较欧洲野生和长江水系养殖群体中华绒螯蟹的生殖性能、苗种质量和养殖性能, 莱茵河水系野生中华绒螯蟹已经于2003年引进我国大陆成功地进行了人工育苗, 获得大量人工苗种。鉴于此, 本文系统比较了子一代荷兰莱茵种群(简称莱茵蟹)和长江种群(简称长江蟹)中华绒螯蟹性腺发育及相关生物学指数如性腺指数, 肝胰腺指数, 出肉率等, 为评价引进莱茵蟹的生殖性能和生产管理提供理论依据和实际参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

两个种群的扣蟹(蟹种)均购自江苏高淳国家级河蟹良种场, 规格为5~8 g/只, 饲养于江苏常州市礼嘉水产养殖场两个条件相似的养殖池塘, 养殖密度均为600只/667 m², 放养时间为2005年2月底。常规养殖管理, 养殖期间主要投喂螺蛳和配合饲料。

1.2 实验方法

2005年9-12月份, 每隔20天采样一次, 每种群中华绒螯蟹每次采样32只, 雌雄各半, 共采样5次。每次采样两种群河蟹均挑选体重接近的河蟹(雄:170 g左右/只;雌:120 g左右/只, 每次采样河蟹的生物学数据见表1), 以确保实验结果的可比性。

每次采集实验样品, 擦干体表水分, 用电子天平称量河蟹的总重(精确到0.1 g), 同时用游标卡尺测量体长和体宽(精确到0.01 cm)。称重后立即进行活体解剖, 取出肝胰腺、性腺和肌肉准确称重(精确到0.01 g), 肌肉包括头胸甲和附肢内的全部肌肉, 同时计算各部分占体重的百分比。在60℃下烘干至恒重测定水分含量。得出其干重。

肝胰腺与性腺脂肪含量的测定按Folch法(1957)用氯仿:甲醇(V:V=2:1)提取组织中脂肪。

每次采集的实验样品, 根据薛鲁征^[3], 顾志敏等^[4]卵巢分期法, 根据解剖特征确认如下:9月28日的卵巢还呈现乳白色或肉色, 此时卵巢处于II与III期之间, 即大生长前期, 卵黄发生的旺期开始。10月17日的卵巢呈现淡黄色, 此时卵巢处于III期末。11月6日的卵巢已呈现紫褐色, 但还没有发现有游离的卵细胞, 此时卵巢处于IV期前期, 卵巢发育接近成熟, 卵黄发生旺期基本结束。到11月27日,

卵巢完全酱紫色,已经存在大量游离的卵细胞,卵巢已经处于完全成熟的 VI 期。对于雄蟹,在 10 月 17 日解剖中已经发现有大量精荚的存在,并且精巢中有大量的成熟精子,说明此时雄蟹已经基本成熟。而此时雌蟹卵巢还处于 III 期末。

表 1 采样中华绒螯蟹的生物学数据

Tab. 1 Biological data of the sampled Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*

时间	体重/g		体长/cm		体宽/cm		
	莱茵蟹	长江蟹	莱茵蟹	长江蟹	莱茵蟹	长江蟹	
9. 8	132. 43 ± 15. 81	123. 95 ± 19. 19	6. 25 ± 0. 28	-	6. 75 ± 0. 28	-	
9. 28	117. 49 ± 3. 96	107. 21 ± 2. 91 *	5. 99 ± 0. 10	5. 75 ± 0. 05	6. 52 ± 0. 11	6. 33 ± 0. 07	
雌	10. 17	121. 78 ± 7. 42	122. 28 ± 4. 59	6. 01 ± 0. 20	6. 08 ± 0. 25	6. 44 ± 0. 14	6. 56 ± 0. 13
	11. 6	121. 43 ± 5. 86	126. 76 ± 6. 86	5. 97 ± 0. 12	6. 12 ± 0. 36	6. 49 ± 0. 13	6. 36 ± 0. 36
	11. 27	118. 75 ± 5. 26	121. 43 ± 4. 77	5. 80 ± 0. 08	5. 74 ± 0. 07	6. 50 ± 0. 11	6. 48 ± 0. 09
9. 8	157. 04 ± 51. 45	154. 82 ± 33. 50	6. 43 ± 0. 36	-	7. 17 ± 0. 37	-	
9. 28	173. 22 ± 4. 59	176. 23 ± 5. 85	6. 28 ± 0. 08	6. 34 ± 0. 11	7. 03 ± 0. 10	7. 09 ± 0. 12	
雄	10. 17	169. 34 ± 5. 27	166. 12 ± 6. 88	6. 27 ± 0. 07	6. 25 ± 0. 10	7. 00 ± 0. 13	7. 00 ± 0. 09
	11. 6	169. 85 ± 6. 12	171. 39 ± 5. 95	6. 27 ± 0. 14	6. 25 ± 0. 12	7. 05 ± 0. 10	7. 06 ± 0. 29
	11. 27	164. 27 ± 9. 46	164. 91 ± 4. 15	6. 14 ± 0. 13	6. 14 ± 0. 15	7. 02 ± 0. 12	7. 03 ± 0. 14

注:“-”表示该数据未检测到;“*”表示组间有显著差异($P < 0.05$)。以下表注同此。

1.3 数据处理

肝胰腺指数(HSI,%) = 肝胰腺重/体重 × 100

性腺指数(GSI,%) = 性腺重/体重 × 100

出肉率(%) = 肌肉重/体重 × 100

利用 SPSS11.5 软件对实验数据进行统计分析。所有的百分比数据进行比较, $P > 0.05$ 为差异不显著; $P < 0.05$ 为差异显著; $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 两种种群中华绒螯蟹的组织系数变化规律

2.1.1 GSI 的变化

从图 1 中可以看出,莱茵蟹子一代和长江蟹性腺发育规律基本相同,虽然在卵巢发育期间,莱茵蟹卵巢指数(GSI)在 11 月份以前一直高于长江蟹,但是统计学上差异并不显著($P > 0.05$)。另外在 9 月 28 日开始,一直到 11 月 27 日,卵黄发生完成,卵巢指数持续显著增长($P < 0.01$) 证实明此阶段是卵巢卵黄发生的旺期,也是获得良好发育卵巢的关键时期,是河蟹亲体培育的关键阶段性腺发育期间,无论莱茵蟹还是长江蟹,雌蟹的性腺指数始终大于雄蟹。

图 1 中所示的雄蟹性腺包括附性腺,10 月 17 日第三次采样时精巢已经发育成熟,此后雄性性腺指数仍继续增长,这主要是由于附性腺的增加而造成的。

2.1.2 HSI 的变化

由图 2 可以看出随着性腺的发育,肝胰腺指数都呈先升后降的趋势,两种群雌蟹 HIS 显著下降($P < 0.05$)。

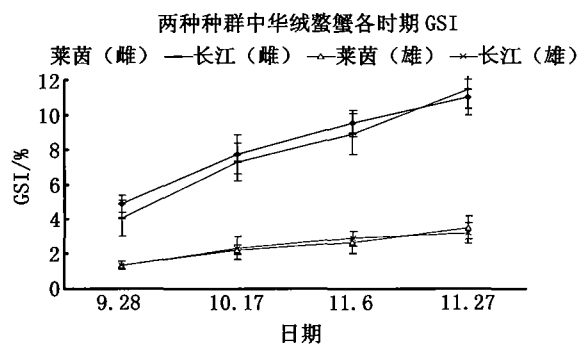


图 1 性腺发育期间两种中华绒螯蟹性腺指数的变化
Fig. 1 The changes of GSI in the two population Chinese mitten crab during the gonad development period

从9月8日开始,由于中华绒螯蟹卵巢处于初级卵母细胞分化的小生长期,这时并不需要大量外源物质参与卵巢的发育,而此时温度适宜,中华绒螯蟹摄食比较旺盛,表现为肝胰腺指数的显著增加。之后,河蟹卵巢进入卵黄合成的旺期,而此时由于温度下降等造成河蟹摄食量降低,致使机体动用肝胰腺储存的营养物质迅速转移到正在旺盛发育的卵巢,故肝胰腺指数下降明显,同时从表3中也可以看出肝胰腺的干物质含量也在下降。通过相关性检验,卵巢指数与肝胰腺指数呈极显著的负相关性(长江蟹 $N=56, R^2=0.74, P<0.01$; 莱茵蟹 $N=61, R^2=0.75, P<0.01$)。

两种种群雄蟹的肝胰腺指数在其性腺发育过程中,肝胰腺指数也呈上升后下降的趋势,但变化平缓,统计学上无显著差异。

2.1.3 出肉率变化

从图3可以看出,从9月8日到9月28日,两个种群的中华绒螯蟹的出肉率显著增加($P<0.05$),其肌肉干重也增加,其中莱茵雄蟹增重显著($P<0.05$)(表2),分析原因主要是由于生殖蜕壳以后,正是河蟹育肥的重要阶段,因为此阶段性腺发育还不需要大量外源性营养物质的补充,所以此时外源性营养物质,主要用于肌肉蛋白的积累和肝胰腺脂肪的积累,表现为出肉率(图3)的增加、肝胰腺中脂肪含量(表4)和肝胰腺指数(图2)的增加。这从另一方面也说明此阶段是河蟹育肥(肌肉增重)的关键阶段,如果此时缺乏外界食物供应,将会造成蟹体消瘦并影响到河蟹的性腺发育。

无论雌体还是雄体,性腺发育时期出肉率从10月份以后都没有显著变化,各时期莱茵蟹和长江蟹出肉率都没有显著差异(图3)。从表1中肌肉干重的变化也可以看出与出肉率类似的变化规律,肌肉干重基本趋于稳定,这主要是由于河蟹此阶段摄取的营养物质,会优先用于性腺的发育(特别对于雌蟹),而肌肉变化不显著。这也说明要获得肌肉肥满度高的河蟹,特别是雌蟹,在卵黄发生旺期之前,河蟹的强化培育(用高蛋白饲料投喂,促进河蟹生殖蜕壳以后肌肉的增重)非常重要。这样通过强化,河蟹步足坚硬(肌肉丰满),身体强壮。如果错过了此阶段,以后再强化培育,也只能获得膏脂丰满,卵巢良好发育的河蟹,但河蟹肌肉并不丰满,同样影响上市品质。鉴于此,要获得肌肉肥美,膏脂丰满的上市雌蟹,其育肥必须从生殖蜕壳前后就要开始。性腺快速发育以前,是河蟹肌肉充实的关键阶段(10月以前),以后是性腺发育的关键阶段。

从表2中可以看出,在性腺发育过程中,雌雄肌肉干重的变化不一致,对雌蟹来讲,在性腺快速发育时期,蟹体肌肉干重较稳定,大致在6g左右,总体虽略有降低但变化不显著,而雄蟹两个种群的肌肉干重在性腺发育过程中,均呈增加趋势。这从另一方面也说明,雌体在性腺发育过程中,外源性蛋白主要用于卵黄蛋白的合成,而几乎很少用于肌肉的增长。对雄体而言,性腺发育不需要大量的外源营养物质,所以外源蛋白营养被蟹体吸收以后,主要用于肌肉的增加,故肌肉干重在性腺发育过程中,始终呈增加趋势(其中,莱茵蟹增长显著,长江蟹有增重但不显著),这也表现在图3出肉率略有增加上。11月6日以后,肌肉干重有所减少,可能是由于此阶段温度低,蟹很少摄食的缘故。

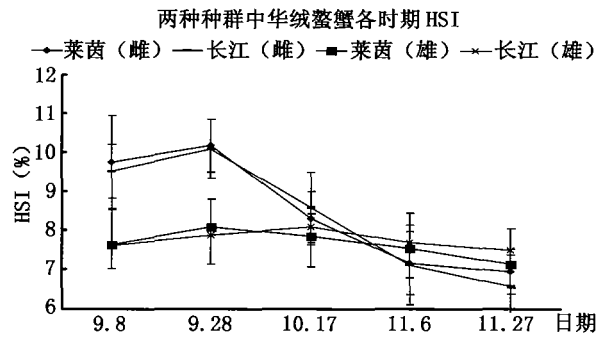


图2 性腺发育期间两种中华绒螯蟹肝胰腺指数的变化
Fig. 2 The changes of HSI values in the two populations' Chinese mitten crab during the gonad development period

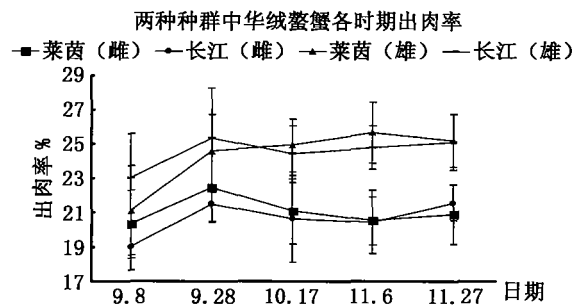


图3 两种中华绒螯蟹出肉率
Fig. 3 Muscular index of two population of Chinese mitten crab

表 2 性腺发育期间两种群河蟹体肌肉总干重的变化
 Tab.2 the dry weight of total body muscle of two population of Chinese mitten crab during the gonad development

时间	雌蟹		雄蟹	
	莱茵蟹	长江蟹	莱茵蟹	长江蟹
9.8	6.07 ± 0.60	5.99 ± 0.46	7.97 ± 0.97	8.24 ± 0.29
9.28	6.56 ± 0.88	6.14 ± 0.98	9.39 ± 0.47	9.22 ± 0.93
10.17	5.39 ± 0.56	5.92 ± 0.74	9.38 ± 0.73	9.48 ± 0.60
11.6	5.61 ± 0.33	6.16 ± 0.51	10.48 ± 0.45	9.65 ± 0.86
11.27	5.99 ± 0.75	5.73 ± 0.23	9.34 ± 0.77	9.39 ± 0.66

2.2 两种群中华绒螯蟹组织中干物质质量的变化

表 3 显示,除了最后一次采样样品外,中间三次采样过程中,莱茵蟹卵巢重量均高于长江蟹(莱茵蟹 6.59 ± 0.61 g、长江蟹为 6.91 ± 0.72 g)。而在第二和第三次采样时,长江蟹雌体肝胰腺的重量却略高于莱茵蟹,这与性腺指数的变化规律一致。这可能和长江蟹的发育速度较慢有关。

表 3 在性腺发育过程中两种群中华绒螯蟹性腺和肝胰腺主干物质的变化
 Tab.3 Changes of dry Weight of gonad and hepatopancreas of two populations of Chinese mitten crab during the gonad development

时间	性腺		肝胰腺	
	莱茵蟹	长江蟹	莱茵蟹	长江蟹
雌	9.8	-	7.59 ± 1.31	7.04 ± 1.08
	9.28	2.92 ± 0.25	2.20 ± 0.75 *	7.48 ± 0.56
	10.17	4.87 ± 0.57	4.32 ± 0.89	5.60 ± 0.59
	11.6	5.67 ± 0.47	5.14 ± 0.53	4.97 ± 0.66
	11.27	6.59 ± 0.61	6.91 ± 0.72	4.91 ± 0.46
雄	9.8	-	7.24 ± 1.48	5.86 ± 1.17
	9.28	0.66 ± 0.13	0.60 ± 0.06	7.84 ± 0.82
	10.17	1.06 ± 0.14	0.97 ± 0.29	7.06 ± 0.60
	11.6	1.42 ± 0.36	1.29 ± 0.17	7.02 ± 0.72
	11.27	1.59 ± 0.30	1.42 ± 0.42	6.15 ± 0.59

就雌体而言,无论莱茵蟹还是长江蟹,卵巢发育期间单个雌体肝胰腺干重均显著下降,卵巢干重显著上升;就雄体而言,无论莱茵蟹还是长江蟹,性腺发育期间单个雄体的性腺干重显著上升,肝胰腺干重在最后阶段出现小幅度下降。

2.3 肝胰腺和性腺脂肪含量的变化的比较

表 4 为湿样粗脂肪含量,从表中我们可以看出两种群雄蟹肝胰腺中的粗脂肪含量在 10 月中旬还有所增长,而后略有降低,但总体变化不显著($P > 0.05$)。而此时雄蟹肝胰腺重量(表 3)基本不变(仅仅略有下降)。对雌蟹来说,随着卵巢发育,肝胰腺中的脂肪含量显著降低,此时肝胰腺重量基本不变,表明肝胰腺中所含的总脂肪的量显著降低,莱茵蟹雌蟹肝胰腺中脂肪的平均含量约从 9 月底的 7.72 g 降到了 11 月底的 3.80 g,长江蟹雌蟹肝胰腺中脂肪的平均含量约从 9 月底的 6.99 g 降到了 11 月底的 3.50 g。这主要是由于在外源性营养不足的情况下,肝胰腺是提供性腺发育所需营养的主要器官。

表 4 中两种群雌蟹性腺中的脂肪含量基本不变,随着性腺的发育,其重量却显著增长,故性腺中所含的脂肪总量也在不断增加。莱茵蟹雌蟹性腺中脂肪的平均含量约从 9 月底的 0.92 g 增长到了 11 月底的 2.11 g。而长江蟹雌蟹性腺中脂肪的平均含量约从 9 月底的 0.79 g 增长到了 11 月底的 2.01 g。说明性腺中的脂肪在不断的积累。

表4 性腺发育期间两种群中华绒螯蟹肝胰腺和性腺脂肪含量的变化
 Tab.4 The changes of lipid content in gonad and hepatopancreas of the two populations'
 Chinese mitten crab during the gonad development period g

	时间	性腺中粗脂肪含量(%)		肝胰腺中粗脂肪含量(%)	
		莱茵蟹	长江蟹	莱茵蟹	长江蟹
雌	9.28	16.09 ± 0.02	19.56 ± 0.01	65.23 ± 0.12	65.24 ± 0.04
	10.17	16.47 ± 0.00	16.13 ± 0.01	45.62 ± 0.04	48.65 ± 0.03
	11.27	16.33 ± 0.00	15.23 ± 0.00	45.97 ± 0.02	43.30 ± 0.04
	9.28	-	1.59 ± 0.00	48.70 ± 0.06	51.19 ± 0.05
雄	10.17	1.63 ± 0.00	1.94 ± 0.00	58.11 ± 0.00	65.75 ± 0.01
	11.6	1.41 ± 0.00	1.59 ± 0.00	54.01 ± 0.00	57.72 ± 0.10
	11.27	1.02 ± 0.00	1.14 ± 0.00	43.00 ± 0.06	59.84 ± 0.04

3 讨论

3.1 不同种群中华绒螯蟹性腺发育规律

中华绒螯蟹的性腺发育规律受遗传、温度、光照和营养等条件控制^[5]。有关不同地理种群中华绒螯蟹的性腺发育规律研究较少^[6],绝大部分停留在经验水平上^[1]。由于长期地理隔离和自然选择,不同地理种群中华绒螯蟹性腺发育规律存在显著差异。有研究表明在相同的饲养条件下,辽河种群中华绒螯蟹性腺发育速度显著快于长江种群中华绒螯蟹。例如:在10月初,同样网围条件下辽河蟹和长江蟹的性腺指数分别为 $9.42\% \pm 1.11\%$ 和 $5.12\% \pm 0.99\%$ ^[7]。

欧洲莱茵种群中华绒螯蟹被认为是19世纪末通过轮船压水仓从长江口带入欧洲水系^[8-9],李思发^[2]等采用RAPD技术证实欧洲荷兰种群中华绒螯蟹起源于长江水系。但是,有关欧洲种群中华绒螯蟹的育苗性能、苗种质量、养殖性能和性腺发育规律是否和长江水系的中华绒螯蟹一致,尚没有系统研究。

本研究表明子一代莱茵水系中华绒螯蟹性腺发育规律和目前长江水系中华绒螯蟹养殖群体极为相似,同时期(9月28日-11月6日)相似条件下所养殖的相同规格子一代莱茵蟹雌体的性腺指数略高于长江蟹,但是到11月27日子一代莱茵蟹和长江蟹性腺指数没有显著差异。造成这种差异的原因可能是由于莱茵水系中华绒螯蟹长期适应欧洲冬季低温环境,性腺发育速度较长江水系中华绒螯蟹相比略有提前。

3.2 雌、雄个体性腺发育期间 GSI 和 HSI 的关系

肝胰腺是虾蟹类主要的营养物质储存器官^[10-11]。很多研究指出河蟹性腺发育的营养物质部分依靠肝胰腺提供^[12-15]。本研究也证实,性腺指数与肝胰腺指数呈极显著的负相关性,在生殖期间肝胰腺的营养主要转化到正在发育的卵巢。但是雄体精巢发育期间的HSI变化并不显著,这与王群^[16]的研究结果有所不同,究其原因,可能是实验中所采用的研究材料是从菜场随机购得^[16],HSI的变化较大,而本实验是通过定点连续采样,避免了随机因素。

3.3 雌、雄个体性腺发育的差别

夏云麟^[13]及赵乃刚^[14]指出河蟹其雄性个体的性腺发育快于雌性个体。本研究证实,无论子一代莱茵蟹还是长江蟹,雄体的性成熟时间显著快于雌体。10月17日采样时两种群雄体中均已经发现大量精荚和精子,精巢指数已经达到2%以上,说明雄蟹已经基本成熟。然而此时雌体卵巢中卵细胞尚不规则,卵巢指数只有7%,卵巢呈现淡黄色,此时卵巢还基本处于III期末,还没有发育成熟。

3.4 河蟹的育肥

本实验发现,河蟹的育肥应分为两个阶段,第一阶段,在性腺发育的早期阶段以前,是河蟹肌肉增重

育肥的关键阶段,在此阶段应该大量投喂精饲料(高蛋白饲料),以满足河蟹育肥的需要。否则,河蟹消瘦,表现为肌肉不丰满。第二阶段,主要是性腺发育,特别是卵巢强化培育的关键阶段,此阶段的营养要求就应按照卵巢发育的营养需求,进行强化培育和育肥^[17]。

4 结 论

根据两个种群在性腺发育过程中相关生物学指数变化基本一致的结果,可以认为两个种群的性腺发育规律基本一致。根据出肉率以及肌肉干重变化,确定河蟹育肥可分两个阶段,性腺发育早期的肌肉增重育肥和卵巢快速发育阶段的性腺强化培育阶段。

参考文献:

- [1] 王 武. 我国河蟹养殖的现状和发展前景[J]. 内陆水产, 1998, 4: 2-4.
- [2] 李思发, 邹署明. 欧、美中华绒螯蟹源于中国长江水系中华绒螯蟹的遗传证据[J]. 水产学报, 2002, 26(6): 493-497.
- [3] 薛鲁征, 堵南山, 赖 伟. 中华绒螯蟹雌蟹生殖系统的组织学研究[J]. 华东师范大学学报, 1987, 3: 88-97.
- [4] 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.
- [5] 王成辉, 李思发. 池塘放养中华绒螯蟹长江种群与辽河种群性早熟出现差异的观察与分析[J]. 湖泊科学, 2001, 13(1): 57-62.
- [6] 李应森, 李思发. 长江蟹和辽河蟹性腺及肝胰腺指数的比较研究[J]. 水利渔业, 2001, 21(1): 10-12.
- [7] 李应森, 李思法, 王江玲, 等. 长江和辽河水系中华绒螯蟹湖泊放养生长性能的比较[J]. 水产科学, 2001, 20(5): 1-3.
- [8] Stimpson W. Report on the Crustacea (Brachyura and Anomura) collected by the North Pacific Exploring Expedition 1856-58 [R]. Smithsonian Misc Coll, 1907, 49: 1-26.
- [9] Cohen A N, Carlton J T. Transoceanic transport mechanism: introduction of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, to California [J]. Pacific Science, 1997, 51: 1-11.
- [10] Vogt G, Storch V, Qunitio E T, et al. Midgut gland as monitor organ for the nutritional value of the diets in *Penaeus monodon* (Decapoda) [J]. Aquac, 1985, 48: 1-12.
- [11] 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[J]. 动物学报, 1998, 44(4): 420-429.
- [12] 韦 众, 鲍传和. 池塘养殖与湖泊放流河蟹的性腺肝胰腺指数比较[J]. 淡水渔业, 1999, 29(9): 16-17.
- [13] 夏云麟. 中华绒螯蟹性腺周年发育的初步观察[J]. 水产科技情报, 1993, 290(2): 29-32.
- [14] 赵乃刚, 堵南山, 包样生, 等. 河蟹的人工繁殖与增养殖[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1988: 161-168.
- [15] 赖 伟. 中华绒螯蟹的生活习性与生殖洄游[J]. 养鱼世界, 1994, (6): 33-41.
- [16] 王 群, 赵云龙, 马 强, 等. 中华绒螯蟹雄性生殖系统发育过程中生化成分的季节变化[J]. 海洋与湖沼, 2004, 35(4): 351-356.
- [17] 成永旭. 虾蟹类营养繁殖学的研究及进展[C]//甲壳动物学论文集(第四辑). 北京: 科技出版社, 2003: 348-356.