

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 雄性生殖系统 发育过程中生化成分的季节变化*

王群 赵云龙 马强 陈立侨¹⁾

(华东师范大学生命科学学院 上海 200062)

提要 采用生化方法测定了中华绒螯蟹雄性生殖系统及肝胰腺各组织中甘油三酯、胆固醇、蛋白质、葡萄糖和糖原含量的季节变化。结果表明,全年胆固醇含量在肝胰腺、血淋巴和精巢中均有2个高峰,分别在6月和12月、7月和12月、9月和次年1月,且第二峰值均明显高于第一峰值;肝胰腺葡萄糖含量最高值出现在6月,之后逐渐下降,而血淋巴和精巢则在7月,之后亦逐渐下降;肝胰腺和血淋巴出现糖原峰值的时间和葡萄糖相似,但精巢在9月,而副性腺在8月时已达到较高含量,最高值出现在次年1月;蛋白质的变化与上述3种物质基本相似,但血淋巴出现峰值的时间要早于肝胰腺。上述各生化成分变化的先后顺序和连续性表明,肝胰腺内上述物质在进入性腺快速发育期前,经血淋巴向精巢和副性腺转移,精巢对胆固醇和葡萄糖的积累要早于副性腺,这些物质的变化与生殖周期存在明显的相关性。肝胰腺中甘油三酯始终处于积累状态,而精巢和副性腺在前期对甘油三酯的积累极少,直至后期才略有上升,表明甘油三酯并非性腺发育所必需。

关键词 中华绒螯蟹, 雄性生殖, 生化成分, 季节变化

中图分类号 Q591

甲壳动物对营养物质的积累或是为了渡过食物缺乏的冬季不良环境,或是与生殖产物的形成密切相关(Sastry, 1983)。脂类、碳水化合物、蛋白质是细胞的主要成分,同时也是能量贮存的主要形式。大量研究证实,脂类,特别是甘油三酯是十足类甲壳动物生殖、代谢过程中的主要能量物质,同时也是能量贮存的主要形式(Harrison, 1990);胆固醇是甲壳动物性激素的前体物质(Lowery, 1988),在生殖过程中起重要作用;碳水化合物除了与核酸的形成等有关外,也是甲壳动物精子代谢的能量物质(王群等, 2002)。通过对动物体内生化成分的季节变化的研究,既可间接了解该物种代谢过程中主要能量物质的利用情况,同时又可了解其生长周期中的不同营养需求。中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)是我国重要的淡水养殖蟹类,关于该蟹研究结果虽然已经有了很多的报道(堵

南山等, 1988; 王群等, 2002; 王在照等, 2002; 崔朝霞等, 2003),但有关生殖系统发育过程中生化成分季节变化的研究却未见报道。作者通过分析该蟹雄体内与生殖相关的主要器官的生化成分季节变化,试图了解其性腺发育过程中的营养需求及对营养物质的利用情况,为雄蟹的营养强化、生殖质量的提高提供理论参考。

1 材料与方法

实验于2001年3月—2002年3月进行,每月采样1次,共13次,2002年1—3月的个体为前一年的越冬个体。实验用蟹由上海崇明瀛生公司提供,均为健康活泼的湖泊养殖雄性个体,每次取样数5—10个不等,规格见表1。实验个体准确称重后,从第三步足基部关节膜处抽取血淋巴,然后迅速活体解剖,取出肝胰腺、精巢和副性腺,所有样

* 国家自然科学基金资助项目,30271012号,30300265号。王群,博士,副教授, E-mail: qwang@bio.ecnu.edu.cn, qunwang@online.sh.cn

1) 通讯作者: 陈立侨, 博士, 教授, E-mail: lqchenc@online.sh.cn, lqchen@bio.ecnu.edu.cn

收稿日期: 2003-01-22, 收修改稿日期: 2003-04-25

表 1 实验用蟹规格

Tab.1 Specification of experiment crabs

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
体重(g)	4.44 ± 0.562	8.67 ± 0.931	11.24 ± 2.288	16.13 ± 3.100	29.58 ± 5.438	45.22 ± 3.765	117.82 ± 11.025
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
体重(g)	120.92 ± 3.078	122.06 ± 9.401	157.16 ± 6.549	113.92 ± 7.982	110.74 ± 4.580	104.72 ± 5.624	

品准确称重后置于 -70℃ 冰箱中冷藏待测。由于 3、4 月份的个体较小,精巢无法找到或量太小而无法检测,故精巢的测定从 5 月开始,而副性腺则从 8 月开始。

葡萄糖(P.O.D-G.O.D 法)、甘油三酯(甘油磷酸氧化酶法)、胆固醇(Enzymatic-Trinder)的测定采用上海荣盛生物技术有限公司生产的试剂盒。蛋白质(双缩脲法)和糖原(蒽酮法)的测定采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒。各试剂盒的使用方法详见产品说明书。葡萄糖、糖原、甘油三酯和胆固醇的含量均以 mg/g 表示,蛋白质含量以百分率表示(% ,占湿重)。

2 结果与分析

2.1 胆固醇含量季节变化(表 2)

肝胰腺内胆固醇含量变化全年有两个高峰,2001 年 3 月胆固醇含量最低,仅为 4.735mg/g,之后逐渐上升,至 6 月达到第一峰值,为 14.609mg/g,第二峰值在 12 月,为 19.271mg/g,明显高于第一峰值。血淋巴同样有两个峰值,第一个峰值较肝胰腺延迟 1 个月,于 7 月出现,之后急剧下降,至 12 月又达到第二峰值,两个峰值的含量分别为 5.404mg/g 和 21.006mg/g。精巢的变化与上述两种组织相同,

但第一峰值在 9 月,为 5.898mg/g,之后稍有回落,至 2002 年 1 月达到第二峰值,为 8.544mg/g。副性腺则呈逐渐上升趋势,至 12 月达到最高,为 12.597mg/g,之后有所下降,至 2002 年 3 月又达到 9.704 mg/g。从各组织胆固醇含量的变化来看,一年中均有两个峰值,且各峰值出现的时间均有明显的先后顺序和连续性,依次为肝胰腺、血淋巴和精巢,即肝胰腺最先出现第一峰值。随着血淋巴峰值的出现,肝胰腺含量下降,性腺和副性腺峰值随之出现,而各组织第二峰值的变化亦是如此。此外,第二峰值含量均明显高于第一峰值(副性腺除外),其中尤以血淋巴最为明显。

2.2 甘油三酯含量季节变化(表 3)

肝胰腺的甘油三酯含量于 2001 年 8 月才开始检测到,血淋巴在 2001 年 12 月、精巢和副性腺直到 2002 年 1 月才检测到,其原因是由于前期各组织中的含量过低而无法检测。肝胰腺 8 月含量为 2.876mg/g,之后一直呈缓慢上升趋势,2002 年 1 月达到全年最高水平,为 6.382mg/g,之后略有下降,但仍维持较高含量。血淋巴 2001 年 12 月含量为 1.317 mg/g,2002 年 1 月迅速上升至 3.65mg/g,之后缓慢下降,至 3 月时为 1.346mg/g。

表 2 胆固醇含量(mg/g)的季节变化

Tab.2 Seasonal change of cholesterol content (mg/g)

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
肝胰腺	4.735 ± 0.894	10.951 ± 0.868	12.712 ± 0.473	14.609 ± 0.314	11.783 ± 1.120	9.734 ± 1.400	7.561 ± 0.533
血淋巴	0.286 ± 0.097	1.004 ± 0.211	2.867 ± 0.532	4.406 ± 0.291	5.404 ± 0.510	2.615 ± 0.198	1.866 ± 0.199
精巢	0	0	1.162 ± 0.303	2.889 ± 0.218	3.235 ± 0.463	4.841 ± 0.725	5.898 ± 0.283
副性腺	0	0	0	0	0	2.842 ± 0.427	5.022 ± 0.805
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
肝胰腺	11.775 ± 1.793	15.268 ± 1.529	19.271 ± 2.500	15.832 ± 2.932	14.518 ± 0.751	11.858 ± 1.144	
血淋巴	4.725 ± 0.806	12.897 ± 1.338	21.006 ± 1.741	2.628 ± 0.294	2.621 ± 0.816	4.005 ± 0.300	
精巢	3.807 ± 0.866	3.773 ± 0.255	5.489 ± 1.738	8.544 ± 1.636	4.777 ± 0.788	2.717 ± 0.650	
副性腺	5.089 ± 1.455	7.744 ± 0.893	12.597 ± 1.202	9.105 ± 0.822	7.802 ± 1.202	9.704 ± 1.192	

表 3 甘油三酯含量(mg/g)的季节变化

Tab.3 Seasonal change of triglyceride content (mg/g)

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
肝胰腺	0	0	0	0	0	2.876 ± 0.858	3.292 ± 0.955
血淋巴	0	0	0	0	0	0	0
精巢	0	0	0	0	0	0	0
副性腺	0	0	0	0	0	0	0
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
肝胰腺	3.790 ± 0.381	4.379 ± 0.494	5.061 ± 0.744	6.382 ± 1.142	5.061 ± 0.222	4.789 ± 0.256	
血淋巴	0	0	1.317 ± 0.399	3.65 ± 0.352	2.458 ± 0.384	1.346 ± 0.288	
精巢	0	0	0	0.823 ± 0.178	0.855 ± 0.140	1.704 ± 0.263	
副性腺	0	0	0	1.379 ± 0.283	2.101 ± 0.482	2.865 ± 0.472	

精巢的含量明显低于肝胰腺,2002年1月仅为0.823mg/g,之后略有上升,至2002年3月时达到1.704mg/g;副性腺变化与精巢相同,但各期含量均高于精巢,在2002年1月时为1.379mg/g,之后逐渐上升,至2002年3月时为2.865mg/g。从结果可以看出,肝胰腺在2002年1月前始终处于缓慢积累状态,直至血淋巴含量迅速上升之后,才快速下降,同时精巢和副性腺含量随之上升,它们之间也存在着明显的先后顺序和连续性。

2.3 葡萄糖和糖原含量的季节变化(表4、表5)

肝胰腺的葡萄糖含量最高值出现在2001年6月,为20.959mg/g,由前期快速积累形成,之后迅速下降,其中以9月降幅最大,仅为7.274mg/g,而

10—12月基本维持稳定,2002年1月又略有上升,达到9.173mg/g。血淋巴总体含量相对较低,2001年7月达到最高,为0.897mg/g,至2002年1月后又出现第二峰值,为0.663mg/g。精巢最高值出现在2001年7月,为7.178mg/g,由5、6月快速积累形成,其后逐渐下降,至12月时仅为1.629mg/g,2002年1月后又略有升高,3月时达到2.389mg/g。副性腺基本呈逐渐上升的趋势,至2002年1月为3.734mg/g,最高值出现在2002年3月,为4.495mg/g,但2002年1—3月间的含量变化不大。

肝胰腺糖原含量变化与葡萄糖相似,前期快速积累,至2001年6月达到全年最高值为8.234mg/g,

表 4 葡萄糖含量(mg/g)的季节变化

Tab.4 Seasonal change of glucose content (mg/g)

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
肝胰腺	4.786 ± 0.537	10.600 ± 1.310	15.888 ± 1.560	20.959 ± 1.289	16.755 ± 1.444	15.491 ± 0.838	7.274 ± 0.582
血淋巴	0.130 ± 0.019	0.21 ± 0.015	0.449 ± 0.059	0.760 ± 0.117	0.897 ± 0.054	0.243 ± 0.032	0.342 ± 0.109
精巢	0	0	2.602 ± 0.651	5.278 ± 0.663	7.178 ± 1.178	4.361 ± 0.331	6.032 ± 0.850
副性腺	0	0	0	0	0	1.979 ± 0.347	3.034 ± 0.675
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
肝胰腺	6.808 ± 0.606	6.684 ± 0.630	6.306 ± 1.001	9.173 ± 0.791	8.943 ± 0.605	9.087 ± 0.361	
血淋巴	0.485 ± 0.114	0.544 ± 0.105	0.629 ± 0.116	0.663 ± 0.110	0.624 ± 0.050	0.595 ± 0.128	
精巢	3.3 ± 1.287	2.178 ± 0.486	1.362 ± 0.302	2.304 ± 0.426	2.336 ± 0.366	2.389 ± 0.249	
副性腺	3.243 ± 0.701	3.262 ± 0.486	3.470 ± 0.842	3.734 ± 0.315	4.253 ± 0.398	4.495 ± 0.367	

表 5 糖原含量(mg/g)的季节变化

Tab.5 Seasonal change of glycogen content (mg/g)

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
肝胰腺	1.910 ± 0.334	3.532 ± 0.083	5.995 ± 0.742	8.234 ± 0.151	5.067 ± 0.540	2.501 ± 0.240	3.639 ± 0.111
血淋巴	0.012 ± 0.004	0.031 ± 0.008	0.048 ± 0.006	0.925 ± 0.047	1.627 ± 0.206	1.024 ± 0.150	0.987 ± 0.047
精巢	0	0	0.824 ± 0.129	1.105 ± 0.144	1.739 ± 0.247	2.334 ± 0.264	6.680 ± 0.602
副性腺	0	0	0	0	0	5.090 ± 0.194	7.283 ± 0.035
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
肝胰腺	3.674 ± 0.240	3.294 ± 0.393	3.029 ± 0.172	0.158 ± 0.045	0.291 ± 0.068	0.571 ± 0.083	
血淋巴	0.977 ± 0.330	1.126 ± 0.294	0.248 ± 0.042	0.347 ± 0.027	0.312 ± 0.041	0.239 ± 0.052	
精巢	5.080 ± 0.532	4.696 ± 0.323	4.654 ± 0.558	4.227 ± 0.508	5.432 ± 0.487	6.366 ± 0.272	
副性腺	6.981 ± 0.285	7.843 ± 0.299	7.088 ± 0.134	8.026 ± 0.321	7.933 ± 0.564	7.913 ± 0.730	

之后迅速下降,9—12月间相对稳定,2002年1月又显著下降至0.189mg/g,并维持较低水平。血淋巴糖原含量2001年3月时仅为0.009mg/g,6月后大幅上升,至7月达到全年最高水平1.627mg/g,8—11月间基本稳定,但低于7月,12月急剧下降至0.248mg/g,之后维持较低水平。精巢含量在前期升幅相对较缓,2001年9月急剧上升至6.68mg/g(8月为2.334mg/g),之后略有下降,但仍维持较高含量,至2002年3月时又达到6.366mg/g。副性腺在2001年8月时已达到较高水平,为5.09mg/g,而9月至2002年3月则始终维持较高含量,其中以1月最高,为8.026mg/g。

除副性腺外,各组织中葡萄糖含量均有两个峰值,第一峰值出现在性腺快速发育期前后,且明显高于第二峰值;而糖原在性腺快速发育期前后同样出现了较高的含量,但在性腺发育完成后,肝

胰腺和血淋巴含量明显下降,而性腺和副性腺则仍维持较高的含量。此外,在性腺快速发育前期肝胰腺、血淋巴、性腺和副性腺的葡萄糖和糖原含量也有类似胆固醇含量变化的先后顺序和连续性,而精巢又在进入快速发育期后含量迅速下降。

2.4 蛋白质含量季节变化(表6)

肝胰腺蛋白质含量在前期始终呈缓慢积累状态,2001年9月达到38.013%,之后逐渐下降,2002年1月又回升至43.447%。血淋巴亦呈缓慢上升趋势,至2001年7月达到最高,为10.64%,8、9月出现较明显下降后又逐渐回升,至11月达到7.567%。精巢在前期也有一个逐渐积累的过程,至2001年9月达到最高值,为15.313%,然后下降并保持基本稳定。副性腺含量变化较小,逐渐上升至11月的15.577%后,基本保持稳定。

表 6 蛋白质含量(%湿重)的季节变化

Tab.6 Seasonal change of protein content (% wet weight)

时间(年.月)	2001.03	2001.04	2001.05	2001.06	2001.07	2001.08	2001.09
肝胰腺	22.370 ± 2.103	23.627 ± 4.306	24.911 ± 1.791	26.257 ± 3.662	29.443 ± 1.747	32.057 ± 1.324	38.013 ± 2.577
血淋巴	0	4.537 ± 0.430	6.586 ± 0.575	8.680 ± 0.393	10.640 ± 1.272	4.850 ± 0.142	4.247 ± 0.800
精巢	0	0	4.544 ± 0.587	7.600 ± 0.405	8.423 ± 0.849	9.767 ± 0.856	15.313 ± 1.541
副性腺	0	0	0	0	0	9.474 ± 0.867	13.247 ± 1.218
时间(年.月)	2001.10	2001.11	2001.12	2002.01	2002.02	2002.03	
肝胰腺	36.470 ± 6.384	30.336 ± 1.844	29.215 ± 2.383	43.447 ± 6.190	34.043 ± 1.962	37.047 ± 2.814	
血淋巴	7.173 ± 1.136	7.567 ± 0.945	7.500 ± 0.834	6.650 ± 0.400	5.766 ± 0.587	5.063 ± 0.181	
精巢	12.193 ± 0.996	10.567 ± 0.960	9.640 ± 0.386	9.510 ± 1.250	9.511 ± 0.887	9.427 ± 1.277	
副性腺	15.393 ± 0.664	15.577 ± 0.396	15.227 ± 0.225	15.410 ± 1.121	15.055 ± 1.134	14.713 ± 0.537	

3 讨论

中华绒螯蟹生殖系统的发育和生殖行为具有明显的季节性,一般精巢快速发育期集中在第二年的8—10月(堵南山等,1988),生殖洄游是在第二年的秋冬之交,交配则在11—12月间于河口咸淡水中完成(堵南山,1993)。

3.1 肝胰腺营养物质积累以及与生殖腺发育的关系

肝胰腺是甲壳动物能量储存的主要场所(Mikami *et al.*, 1994; Al-mohanna *et al.*, 1985),其代谢与甲壳动物的生长发育及生殖密切相关(Castille *et al.*, 1989; Teshima *et al.*, 1989)。研究发现,随着 *Parapenaeopsis hardwighii* 精巢的逐渐发育和配子的不断形成,精巢中糖类和脂类的含量逐渐上升,肝胰腺内的相关物质逐渐减少,而物质转运则由血淋巴完成(Kulkarni *et al.*, 1979; Nagabhushanam *et al.*, 1981)。因而,甲壳动物肝胰腺的物质积累与性腺的发育密切相关。

本研究中发现,雄性中华绒螯蟹肝胰腺各生化成分的含量均高于其他组织,而肝胰腺、血淋巴、精巢和副性腺中各生化成分(除甘油三酯外)含量变化所表现出的先后顺序和连续性表明,肝胰腺内部分物质经血淋巴向精巢及副性腺转运,证实肝胰腺是该蟹能量物质贮存的主要场所,同时这些物质的积累和转运均发生在性腺快速发育期前,说明肝胰腺物质的积累和血淋巴的转运是精巢和副性腺正常发育的保障。因此,肝胰腺对营养物质的积累与精巢的发育之间确实存在明显的相关性。然而,肝胰腺甘油三酯在整个生长期中始终处于缓慢的积累状态,并未因精巢的发育而明显下降,说明甘油三酯并非精巢发育所必需。而这一结果不同于其他甲壳动物雌体性腺发育过程中肝胰腺甘油三酯含量明显下降的现象(Teshima *et al.*, 1983; Clarke, 1982; Wouters *et al.*, 2001; Fernandes *et al.*, 1994),造成这种差异的原因和雌、雄配子在胚胎和胚后发育中所承担的不同作用有关,卵子在受精后要不断为胚胎以及后续幼体提供发育所需的营养物质,因而在卵子的形成过程中需积累大量的营养物质,而这些营养物质大部分来源于肝胰腺,其中包括甘油三酯。但是,

在进入交配期后精巢和副性腺对甘油三酯仍有一定的积累,其中以副性腺最为明显,这是否表明副性腺将为交配后贮存于纳精囊中的精子提供代谢所需的能量,尚有待于进一步的证实。

肝胰腺蛋白质含量基本呈上升趋势,仅在进入秋冬季后有所下降,故没有迹象表明它是性腺快速发育期中的主要能量物质,而更可能仅作为组成性腺的结构物质参与性腺发育。但在2002年1月肝胰腺蛋白的含量又迅速上升,而同期的葡萄糖含量也同样升高,这与Fernandes等(1994)的结果相类似。该作者认为这与主要生殖周期结束时机体大量消耗脂类后被迫转向利用碳水化合物,同时贮存蛋白质作为暂时的营养储备有关。

综上所述,就雄性中华绒螯蟹而言,大部分营养物质的积累与生殖产物的合成有关,而部分营养物质如甘油三酯则在满足生长发育需要的前提下,主要为越冬做能量储备。因此,甲壳动物营养物质的积累,并非单纯地为了某一生理过程或阶段,而是在不同的时期有不同的侧重。

3.2 雄性中华绒螯蟹生殖过程中对营养物质的利用

性腺快速发育期、生殖洄游期和交配期是性激素形成的高峰期,此间需要大量的胆固醇以保证性腺发育和生殖行为的顺利完成。本研究结果表明,雄性中华绒螯蟹在性腺快速发育期和洄游期确实存在胆固醇的大量的消耗,这与上述两个时期中性激素的大量合成有关。此外,从胆固醇含量前后两个峰值的差异说明,洄游期对胆固醇的需求可能高于性腺快速发育期,这也间接表明洄游期的性激素水平要高于性腺快速发育期,而这已在同期睾酮含量的测定中得到证实¹⁾。

盐度是河蟹交配的前提,实验用蟹均取自淡水,故均未完成交配行为,因而交配期胆固醇含量的变化也未在结果中体现。但从正常的生命周期来看,在12月之后还应存在一个性激素合成的高峰期,而肝胰腺、精巢和副性腺在2002年1月仍维持较高的胆固醇含量正是为这一性激素的合成提供前体物质的储备。在此之后肝胰腺、精巢胆固醇含量的迅速下降又说明,交配期过分延后可能会导致河蟹体内性激素合成受阻,从而影响交配成功率。从葡萄糖和糖原含量的变化不难发现,

1) 王 群, 2002. 中华绒螯蟹雄性生殖营养和代谢. 华东师范大学博士学位论文

在性腺快速发育前期肝胰腺经血淋巴向精巢和副性腺输送了大量糖类物质,而这些物质又在性腺的发育过程中不断被消耗,说明雄性性腺的发育需消耗糖类物质,相关的研究也证实,甲壳动物精子代谢的主要能量物质是碳水化合物(王群等, 2002; Jeyalectumie *et al*, 1989, 1991; Uma, 1982¹⁾)。同时精巢和副性腺在性腺快速发育前期葡萄糖及糖原含量明显高于其他时期,说明该时期对葡萄糖和糖原等糖类物质的需求较高,这也进一步证实糖类物质对雄性性腺发育的重要性。

中华绒螯蟹雄体在性腺发育完成后,肝胰腺和血淋巴的糖原含量均呈明显的下降趋势,但在精巢和副性腺中却仍维持较高的含量,这与雄性生殖的特点有关。在雄性性成熟后,精子可在输精管贮存较长的一段时间并保持正常的活力(Paulus *et al*, 1987),故雄体的可交配时间明显要长与雌体,且能完成多次交配,而较高含量的糖类物质是精子正常代谢和保持活力的有效保障。

参 考 文 献

- 王 群, 赵云龙, 陈立侨, 2002. 中华绒螯蟹雄性生殖系统的生化组成及精子代谢. 水产学报, 26 (5): 411—416
- 王在照, 相建海, 崔朝霞, 2002. 编码中华绒螯蟹蜕皮抑制激素基因的 cDNA 片段克隆和序列分析. 海洋与湖沼, 33(4): 432—438
- 堵南山, 薛鲁征, 赖 伟, 1988. 中华绒螯蟹雄性生殖系统的组织学研究. 动物学报, 34(4): 329—333
- 堵南山, 1993. 甲壳动物学(下册). 北京: 科学出版社, 1—741
- 崔朝霞, 相建海, 周岭华等, 2003. 中华绒螯蟹三倍体群体早期生长及营养的研究. 海洋与湖沼, 34(1): 19—25
- Al-Mohanna S Y, Nott J A, Lane D J W, 1985. Mitotic E and secretory F-cells in the hepatopancreas of shrimp *Penaeus semisulcatus*. J Mar Biol Ass U K, 65: 901—910
- Clarke A, 1982. Lipid synthesis and reproduction in the polar shrimp *Chorismus antarcticus*. Mar Ecol Prog Ser, 9(1): 81—90
- Castille F L, Lawrence A L, 1989. Relationship between maturation and biochemical composition of the gonads and digestive glands of the shrimps *Penaeus uztecus* Ives and *Penaeus setiferus* (L.). J Crust Biol, 9(2): 202—211
- Fernandes M A S, Mendonca M I R, Marques J C *et al*, 1994. Seasonal changes in the biochemical composition and energy content of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) in the Lower Mondego River Valley, Portugal. J Crust Biol, 14(4): 736—743
- Harrison K E, 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of Decapod Crustaceans: a review. J Shellfish Research, 9(1): 1—28
- Jeyalectumie C, Subramoniam T, 1989. Cryopreservation of spermatophores and seminal plasma of the edible crab *Scylla serrata*. Biol Bull, 177: 247—253
- Jeyalectumie C, Subramoniam T, 1991. Biochemistry of seminal secretions of the crab *Scylla serrata* with reference to sperm metabolism and storage in the female. Molecular Reproduction and Development, 30: 44—55
- Kulkarni G K, Nagabhushanam R, 1979. Mobilization of organic reserves during ovarian development in a marine penaeid prawn *Parapenaeopsis hardwickii* (Miers) (Crustacea Decapoda. Penaeidae). Aquaculture, 18: 373—377
- Lowery R S, 1988. Growth, Moulting and Reproduction. In: Holdich D M, Lowery R S ed. Freshwater Crayfish Biology, Management and Exploitation. London, England: Croom Helm, 83—113
- Mikami S, Greenwood J G, 1994. Functional morphology and cytology of the phyllosomal digestive system of *Sivacus ciliatus* and *Panulirus japonicus* (Decapoda). Crustaceana, 67: 212—225
- Nagabhushanam R, Kulkarni G K, 1981. Effect of exogenous testosterone on the androgenic gland and testis of a marine penaeid prawn, *Parapenaeopsis hardwickii* (Miers) (Crustacea Decapoda. Penaeidae). Aquaculture, 23: 19—27
- Paulus J E, Laufer H, 1987. Vitellogenocytes in the hepatopancreas of *Carcinus maenas* and *Libinia emarginata* (Decapoda, Brachyural). Int J Invert Reprod Dev, 11: 29—44
- Sastry A N, 1983. Ecological Aspects of Reproduction. In: Bliss D E, ed-in-chief. The Biology of Crustacea. Vol. 8. John Vernberg F, Winona B ed. Environmental Adaptations. New York: Academic Press, 179—271
- Teshima S T, Kanazawa A, 1983. Variation in lipid compositions during the ovarian maturation of the prawn. Bull Japan Soc Sci Fish, 49: 957—962
- Teshima S T, Kanazawa A, Koshio S *et al*, 1989. Lipid metabolism of the prawn *P. japonicus* during maturation: variation in lipid profiles of the ovary and hepatopancreas. Comp Biochem Physiol, 92B: 45—49
- Wouters R, Lavens P, Nieto J *et al*, 2001. Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. Aquaculture, 202: 1—21

1) Uma K, 1982. Studies on the seminal secretions of a portuni crab *Scylla serrata* (Forsk.) (Brachyura: Crustacea). Ph.D. thesis, University of Madras, India

SEASONAL CHANGES OF BIOCHEMICAL COMPONENTS IN REPRODUCTIVE SYSTEM OF MALE CHINESE MITTEN-HANDED CRAB (*ERIOCHEIR SINENSIS*)

WANG Qun, ZHAO Yun-Long, MA Qiang, CHEN Li-Qiao

(School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai, 200062)

Abstract Male Chinese mitten-handed crabs (*Eriocheir sinensis*) were collected monthly from March 2001 to March 2002 near Shanghai. Biochemical components from reproductive system including cholesterol, glucose, glycogen protein and triglyceride were measured. A clear seasonal variation of these biochemical materials that corresponds to the reproduction cycle of the crab has been found. There were two patterns: one-peak or two-peak patterns have been identified. Two peaks in cholesterol content were found in hepatopancreas, hemolymph and testis. They peaked in June and December in hepatopancreas (14.609mg/g and 19.271mg/g respectively), in July and December in hemolymph (5.404mg/g and 21.006mg/g), and in September and the following January in testis (5.898mg/g and 8.544mg/g). The second peaks were clearly higher than the first one. The content of cholesterol in the glandula accessoria however, showed a gradual increase to its highest level in December (12.597mg/g). The protein content showed a similar two-peaks pattern to that of cholesterol. One-peak pattern appeared in the glucose content. In hepatopancreas, it peaked in June at 20.959mg/g then declined, in hemolymph and testis both peaked in July at 0.897mg/g and 7.178mg/g respectively then gradually declined. For glycogen and triglyceride, one-peak appeared that was similar to that of glucose with a content of 8.234mg/g and 1.627mg/g in hepatopancreas and hemolymph correspondently. In testis and glandula accessoria, however, the glycogen content had reached high content in September (6.68mg/g), and August (5.09mg/g) respectively, and then the content was hold in high level until the next March, and peaked in (8.026mg/g) in January. As to triglyceride, the content peak appeared between January and March in above-mentioned glands or tissues. The content patterns and the order of occurrence in the reproductive system suggested that, before rapid reproductive glands development stage, these biochemical substances were transferred from hemolymph to testis and glandula accessoria. Glucose and cholesterol accumulation in testis took place earlier than in glandula accessoria. Triglyceride in hepatopancreas was always in the state of accumulation, and it was in very tiny amount in testis and the glandula accessoria from March to August, then increase steadily to a peak (6.382mg/g) value in January. It is indicated that triglyceride is not a necessary substance needed in the development of male reproductive glands.

Key words *Eriocheir sinensis*, Male reproduction, Biochemical components, Seasonal changes