

中华绒螯蟹卵巢快速发育期内脂类积累 以及对抱卵的影响

成永旭

(上海水产大学渔业学院, 200090)

堵南山 赖伟

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

摘要 本文报道中华绒螯蟹卵巢快速发育期内(9月初至12月初)脂类积累及对抱卵的影响。结果表明:在这一时期,卵巢重量和脂肪含量都迅速增加,增加的脂肪中,中性脂(NL)主要是甘油三酯和胆固醇,磷脂(PL)主要是卵磷脂和脑磷脂,且NL或PL在总脂的比值比较稳定;无论是NL还是PL, ω_3 系列的多不饱和脂肪酸(主要是 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$)的百分组成都显著增加,而 ω_6 系列的(主要是 $C_{20:4}$)百分组成则显著降低;不能够抱卵的成熟蟹卵巢脂类组成与正常成熟至抱卵的蟹相比,具有较低含量的磷脂,脂肪酸组成中,长链多不饱和脂肪酸相对百分含量,如 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 也较低。

关键词 中华绒螯蟹, 卵巢, 发育, 脂类积累

The lipid accumulations during the stages of the ovarian fast maturation and their effect on the spawning of *Eriocheir sinensis*

Cheng Yongxu

(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

Du Nanshan, Lai Wei

(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062)

ABSTRACT The lipid accumulations during the stages of the ovarian fast maturation (from September to December) and their effect on the spawning of *Eriocheir sinensis* were studied. The results shown that gonadosomic index (GSI) and lipid content were significantly increased, both neutral lipids (NL) (mainly triacylglycerol and cholesterol) and phospholipid (PL) (mainly phosphatidylethamine) were responsible for the increase in ovarian lipid, and NL increasing from 13.67% to 20.12% ovary dry weight, PL from 7.21% to 10.70% ovary dry weight. The ratio of NL/TL or of PL/TL remained relatively constant during the fast ovarian development, and NL concentration of ovary were always higher than that of PL. The fatty acid composition of lipids, PL and NL of ovaries varied markedly during this development stage. There was much more long chain polyunsaturated fatty acids such as $C_{20:5}$ and $C_{22:6}$ in the mature ovary than those at the start of fast development of immature ovary (NL $P < 0.05$; PL $P < 0.01$), but the percentage of $C_{20:4}$ decreased significantly ($P < 0.01$) during this stage. It was also found the mature crab that could not spawn was partly

第一作者简介: 成永旭, 男, 1964年5月生, 博士后。Tel: 021-65710522, E-mail: yxcheng@shfu.edu.cn

收稿日期: 1998-12-17

because of their lower PL content(% ovarian dry wt) and lower percentage of the C_{20:5} and C_{22:6} in PL than that of normal mature ovaries in Dec. The results suggest that the lipid, mainly phospholipid and long-chain polyunsaturated fatty acids such as C_{20:5} and C_{22:6} are essential for ovarian fast development and must be obtained from dietary source.

KEYWORDS *Eriocheir sinensis*, ovary, maturation, lipid accumulation

自然状况下,中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)卵巢发育,一般8~11月是快速发育时期,直到12月份进入成熟期,并能持续到4月份^[1]。中华绒螯蟹卵巢快速发育时期(对数增长期)也即次级卵黄发生阶段,正是中华绒螯蟹生殖洄游时期,卵黄物质大量的积累,积累的主要物质之一是脂类。这些脂类积累的数量和质量,对十足类甲壳动物的生殖、卵的生存以及胚胎发育都有极其重要的影响^[2~6]。本研究主要选择中华绒螯蟹处于快速发育开始阶段9月初的未成熟卵巢、12月份成熟阶段的卵巢(快速发育期结束),研究这一阶段脂肪的种类、含量及脂肪酸组成变化和对抱卵的影响,为今后亲蟹培育中人工饲料脂类的配制提供依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

中华绒螯蟹于1994年8月至1995年4月均取自上海崇明县前卫村中华绒螯蟹繁殖与养殖基地,部分购于市场。九月份中华绒螯蟹规格大小基本一致,平均重56.7g。12月和4月份规格重50~200g不等。均捕于淡水池中。不抱卵蟹是1995年4月份由200多只交配的雌蟹中,筛选出所有的抱卵蟹以后的未抱卵蟹,共有5只,解剖以后,确信其中2只为流产蟹,另外3只,卵巢饱满,纳精囊通过镜检,都充满了精英和精英破裂后释出的精子,是交配后不产卵蟹。此外,1995年4月也采集了正常成熟的卵巢,亦与12月卵巢对照。

1.2 水分测定

取新鲜卵巢组织在60℃下烘干16~18h,测定水分含量。

1.3 脂类分析

分析方法见参考文献[7~9]。

2 结果

2.1 卵巢脂类组成比较

由表1得知:与未成熟蟹相比,12月成熟中华绒螯蟹不仅卵巢指数相当高(12.14),而且脂肪在卵巢中的含量(湿重)也几乎高一倍,占干重的百分比增加50%,从20.97增至30.82,其中中性脂与磷脂都有显著增加,中性脂的增加(平均增加6.63%干重)高于磷脂增加(均增3.51%),但中性脂和磷脂占总脂的比值基本上没有变化,分别为34%和65%左右。与12月相比,4月份成熟卵巢脂肪,占卵巢湿重的比例有所下降,但总脂占其干重的百分数变化不大,说明在成熟期内,卵巢的水分含量提高了,脂肪的绝对含量及组成比例则无多大变化。与12月卵巢相比,不抱卵蟹卵巢脂类,也只是中性脂和磷脂在卵巢中的比例不同,其中主要是磷脂的比例显著降低,致使中性脂的比例升高。

未成熟中华绒螯蟹卵巢的中性脂和磷脂的脂类组成,与成熟中华绒螯蟹卵巢一样^[7],中性脂主要

由甘油三酯和胆固醇组成, 另外还有极少量的胆固醇酯。磷脂主要由卵磷脂和脑磷脂组成。

表1 未成熟蟹(9月)、成熟蟹(12月或4月)及不抱卵蟹卵巢脂类组成

Tab.1 Lipid contents of ovary of immature crab in Sep.,
mature crab in Dec. or in Apr. and mature crab that could not spawn

	未成熟(9月) N= 5	成熟(12月) N= 5	成熟(次年4月) N= 4	不抱卵蟹 N= 3
卵巢指数	3.24±0.38*	12.14±1.60	11.38±2.03	10.91±2.75
总脂/湿重(%)	9.85±2.10*	17.78±3.51	13.71±3.19	12.96±1.94
中性脂/总脂(%)	65.63±4.29	65.28±4.20	68.48±5.66	75.92±2.77*
磷脂/总脂(%)	34.37±4.29	34.72±4.20	31.52±5.66	24.08±2.77*
总脂/干重(%)	20.97±5.21*	30.82±3.77	31.88±3.39	30.19±1.41

注: * 与12月成熟卵巢相比有显著差异(t检验 $P < 0.05$), 其它无显著水平上的差异

2.2 脂肪酸组成比较

2.2.1 未成熟中华绒螯蟹卵巢磷脂与中性脂的脂肪酸组成比较

未成熟中华绒螯蟹卵巢 PL 和 NL 的脂肪酸组成有显著区别, NL 中 $C_{16:0}$ 和 $C_{16:1}$ 显著高于 PL, 而 $C_{20:1}$ 、 $C_{20:4}$ 、 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 显著低于 PL(表2)。无论是 PL 还是 NL, $C_{20:4}$ 和 $C_{20:5}$ 是长链多不饱和脂肪酸的主要组成。

表2 中华绒螯蟹未成熟卵巢 PL 和 NL 的脂肪酸组成及比较(N= 3)

Tab.2 Comparison of fatty acid composition of polar and neutral lipids in immature ovary of *E. sinensis*

No	脂肪酸	PL X±SD	NL X±SD	显著性
1	CC _{16:0}	7.444±0.463	16.706±0.824	**
2	CC _{16:1}	12.693±0.708	17.912±1.235	*
3	CC _{17:0}	0.309±0.085	2.079±1.357	
4	CC _{18:0}	5.107±1.045	2.432±0.412	*
5	CC _{18:1} ω_7	28.248±2.070	29.476±3.971	
6	CC _{18:2} ω_6	7.620±0.602	7.617±0.475	
7	CC _{18:3} ω_3	6.596±1.011	6.812±0.450	
8	CC _{20:1}	9.058±1.081	2.622±0.553	**
9	CC _{20:2}	1.812±1.147	1.073±0.417	
10	CC _{20:4} ω_6	11.057±0.008	7.411±0.160	**
11	CC _{20:5} ω_3	5.646±0.661	3.245±0.078	*
12	CC _{22:3}	0.660±0.745	0.023±0.016	
13	CC _{22:6} ω_3	1.998±0.124	0.453±0.359	
	ω_6/ω_3	1.31	2.19	
	饱和酸	12.878±1.562	21.051±2.593	**
	一烯酸	45.853±4.168	50.011±3.288	
	烯酸	35.388±1.223	26.507±0.930	**

注: t 检验, * $P < 0.05$, 差异显著; ** $P < 0.01$, 差异极显著; 无 * 者, 差异不显著。

2.2.2 中华绒螯蟹未成熟卵巢与成熟卵巢的脂肪酸组成的比较

中华绒螯蟹未成熟卵巢与成熟卵巢, 在卵巢快速发育时期, 脂类的脂肪酸组成都发生了较大的变化(表3)。无论是 PL 还是 NL, 未成熟中华绒螯蟹卵巢的脂肪酸组成中 ω_6 系列的不饱和脂肪酸显著高于 ω_3 系列的不饱和脂肪酸, ω_6/ω_3 的比值分别是 1.31 和 2.19。成熟以后则 ω_6 系列的脂肪酸接近 ω_3 (成熟卵巢 NL ω_6/ω_3 为 1.17%), 或低于 ω_3 (成熟卵巢 PL 为 0.86%)。这说明, 从未成熟卵巢发育到成熟卵巢, ω_3 系列的不饱和脂肪酸在 PL 和 NL 中都显著增加了, 从而使 ω_6/ω_3 的比值显著降低 (PL 1.31% \rightarrow 0.86%; NL 2.19% \rightarrow 1.17%)。无论是 PL 还是 NL, 对于短链的脂肪酸 ($\leq 18C$), 从未成熟卵巢发育到成熟卵巢, $C_{16:1}$ 显著降低 (PL 12.7% \rightarrow 5.5%; NL 17.9% \rightarrow 9.2%), 而 $C_{18:1}$ 的比例显著增加 (PL 28.2% \rightarrow 38.8%; NL 29.5% \rightarrow 39.9%); 对于长链的不饱和脂肪酸 (> 18), 主要是 $C_{20:4}$ (PL 11.1% \rightarrow 5.9%; NL 7.4% \rightarrow 3.8) 和 $C_{20:1}$ (PL 9.1% \rightarrow 2.4%; NL 2.6% \rightarrow 0.8%) 的降低, 增加的是

C_{20:5}(PL5.6 \rightarrow 10.6%; NL3.2 \rightarrow 6.5%)和 C_{22:6}(PL2.0% \rightarrow 8.1%; NL0.4% \rightarrow 4.1%) 百分组成。

表 3 中华绒螯蟹未成熟卵巢与成熟卵巢的脂肪酸组成的比较

Tab.3 Comparison of fatty acid composition of PL or NL between immature and mature ovaries of *E. sinensis*

脂肪酸	磷 脂(PL)		显著性	中性脂(NL)		显著性
	未成熟卵巢 X \pm SD(3)	成熟卵巢 X \pm SD(5)		未成熟卵巢 X \pm SD(3)	成熟卵巢 X \pm SD(5)	
C _{14:0-15:0}	0.077 \pm 0.061	0.897 \pm 0.819		0.003 \pm 0.001	1.608 \pm 0.600	
C _{16:0}	7.434 \pm 0.463	8.710 \pm 0.917		16.706 \pm 0.824	15.334 \pm 0.582	*
C _{16:1}	12.693 \pm 0.708	5.516 \pm 0.802	**	17.912 \pm 1.235	9.151 \pm 1.631	**
C _{17:0}	0.332 \pm 0.053	0.730 \pm 0.376		2.079 \pm 1.357	0.482 \pm 0.277	
C _{18:0}	5.107 \pm 1.045	0.079 \pm 0.064	*	2.432 \pm 0.412	0.008 \pm 0.009	
C _{18:1}	28.248 \pm 2.070	38.826 \pm 4.237	*	29.476 \pm 3.971	39.851 \pm 4.067	**
C _{18:2ω6}	7.620 \pm 0.602	11.366 \pm 2.441	*	7.541 \pm 0.581	11.625 \pm 2.525	*
C _{18:3ω3}	6.596 \pm 1.011	2.401 \pm 0.122	**	6.812 \pm 0.450	2.600 \pm 0.128	**
C _{20:1}	9.058 \pm 1.081	2.423 \pm 1.173		2.622 \pm 0.153	0.831 \pm 0.078	
C _{20:2+20:3}	1.812 \pm 1.147	1.296 \pm 0.872		1.073 \pm 0.417	1.088 \pm 0.435	
C _{20:4ω6}	11.057 \pm 0.008	5.862 \pm 1.351	**	7.411 \pm 0.160	3.830 \pm 1.136	**
C _{20:5ω3}	5.646 \pm 0.661	10.635 \pm 0.722	**	3.245 \pm 0.078	6.487 \pm 1.291	*
C _{22:3}	0.660 \pm 0.745	1.157 \pm 0.405		0.005 \pm 0.001	0.007 \pm 0.005	
C _{22:4}	0.002 \pm 0.001	0.806 \pm 0.270		0.005 \pm 0.007	0.333 \pm 0.043	
C _{22:5}	0.004 \pm 0.002	1.449 \pm 0.593		0.004 \pm 0.003	0.484 \pm 0.088	
C _{22:6ω3}	1.998 \pm 0.124	8.070 \pm 1.317	**	0.366 \pm 0.482	4.108 \pm 0.906	**
ω_6/ω_3	1.31	0.86		2.19	1.17	

注: t 检验, * P< 0.05, 差异显著; ** P< 0.01, 差异极显著。无 * 者, 差异不显著。未成熟蟹卵巢的脂类(中性脂或磷脂)脂肪酸组成分别与相应成熟蟹卵巢脂类的脂肪酸组成比较。

不能正常抱卵的蟹的磷脂脂肪酸组成与 12 月成熟蟹的磷脂比较, C_{20:5 ω 3}和 C_{22:6 ω 3}的百分组成显著降低, 而 C_{16:0}和 C_{16:1}的百分组成显著升高。不能正常抱卵的蟹的中性脂的脂肪酸组成与 12 月成熟蟹的中性脂比较, 没有显著的差异(P> 0.05)(表 4)。

表 4 中华绒螯蟹成熟蟹卵巢和不抱卵蟹卵巢的脂肪酸组成比较

Tab.4 Comparison of fatty acids composition of PL or NL between mature ovaries and mature ovaries that did not spawn of *E. sinensis*

脂肪酸	磷 脂(PL)		显著性	中性脂(NL)		显著性
	成熟卵巢 X \pm SD(5)	不抱卵蟹卵巢 X \pm SD(3)		成熟卵巢 X \pm SD(5)	不抱卵蟹卵巢 X \pm SD(3)	
C _{14:0-15:0}	0.897 \pm 0.819	1.096 \pm 0.209		1.608 \pm 0.600	1.925 \pm 0.596	
C _{16:0}	8.710 \pm 0.917	12.657 \pm 1.564	*	15.334 \pm 0.582	12.260 \pm 1.675	
C _{16:1}	5.516 \pm 0.802	7.231 \pm 0.612	*	9.151 \pm 1.631	8.452 \pm 1.235	
C _{17:0}	0.730 \pm 0.376	0.332 \pm 0.053		0.482 \pm 0.276	0.079 \pm 0.057	
C _{18:0}	0.079 \pm 0.064	0.007 \pm 0.005		0.008 \pm 0.009	0.032 \pm 0.012	
C _{18:1}	38.826 \pm 4.237	37.509 \pm 4.256		39.851 \pm 4.067	36.789 \pm 3.491	
C _{18:2ω6}	11.366 \pm 2.441	11.613 \pm 0.510		11.625 \pm 2.525	11.641 \pm 0.708	
C _{18:3ω3}	2.401 \pm 0.122	2.604 \pm 0.338		2.600 \pm 0.128	2.693 \pm 0.736	
C _{20:1}	2.423 \pm 1.173	2.995 \pm 0.712		0.831 \pm 0.078	1.713 \pm 0.466	
C _{20:2+20:3}	1.296 \pm 0.872	1.477 \pm 0.196		1.088 \pm 0.435	1.352 \pm 0.322	
C _{20:4ω6}	5.862 \pm 1.351	4.316 \pm 1.206		3.830 \pm 1.136	4.029 \pm 0.439	
C _{20:5ω3}	10.635 \pm 0.722	7.023 \pm 1.625	*	6.487 \pm 1.291	6.677 \pm 1.296	
C _{22:3}	1.157 \pm 0.405	0.559 \pm 0.335		0.007 \pm 0.005	0.039 \pm 0.064	
C _{22:4}	0.806 \pm 0.270	0.598 \pm 0.100		0.333 \pm 0.043	0.341 \pm 0.209	
C _{22:5}	1.449 \pm 0.593	1.028 \pm 0.353		0.484 \pm 0.088	0.505 \pm 0.218	
C _{22:6ω3}	8.069 \pm 1.317	5.104 \pm 1.085	*	4.108 \pm 0.906	5.104 \pm 1.085	
ω_6/ω_3	0.86	1.12		1.17	1.08	

注: t 检验, * P< 0.05, 差异显著; 无 * 者, 差异不显著。成熟蟹卵巢的脂类(中性脂或磷脂)脂肪酸组成分别与相应不抱卵蟹卵巢脂类的脂肪酸组成比较。

不抱卵蟹自身磷脂与中性脂的脂肪酸组成也无显著差异, 所以, 其超微结构中卵黄颗粒 Y (主要含磷脂) 和脂肪滴 L (主要是中性脂) 的电子致密度差别不大(图版- A), 不象 12 月的卵巢的超微结构, 由于 Y 中 PL 的长链多不饱和脂肪酸如 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 的百分组成比 NL 高(表 4), 嗜油性较强, 故电子致密度要明显高于中性脂的脂肪滴(图版- B)。

3 讨论

3.1 卵巢快速发育阶段脂类的变化

9 月中华绒螯蟹未成熟卵巢和 12 月成熟卵巢脂肪含量和卵巢指数的显著差异, 证实了在卵巢快速发育阶段, 需要积累大量的脂肪, 在卵巢积累脂肪的过程中, 也就是在卵巢快速发育过程中, 中性脂在卵巢中的含量、中性脂和磷脂的含量都有明显的增加, 但中性脂与磷脂在总脂的比值基本稳定, 说明卵巢中增加的中性脂和磷脂是按一定比例增加的(表 1), 这与其它十足类甲壳动物在卵巢快速发育阶段的结果是一致的^[3, 4, 6, 8]。

在中华绒螯蟹卵巢的快速发育阶段, 中性脂和磷脂的含量都有明显的增加, 增加的中性脂可能主要来源于肝胰腺, 因为在这个阶段肝胰腺的脂肪含量通常有明显的下降。而肝胰腺的脂肪 80% 以上是中性脂^[9]。磷脂的增加可能主要来源于外源性磷脂。这是因为甲壳动物合成磷脂的能力极有限^[10, 11], 本身又没有其它多余的磷脂可供卵巢发育利用的, 所以这阶段卵巢发育所需的大量磷脂必然由外界获得。

无论成熟还是未成熟的卵巢, NL 中除了甘油三酯外, 胆固醇的含量也比较高, 它也是卵巢发育阶段中性脂的主要组成之一, 这种情况也见于其它种类的研究^[3, 12~14], 但并非所有的甲壳动物的卵巢中都有胆固醇, 如褐虾 (*Grangon crangon*), 小长臂虾属的 *Palaemonetes varians* 和 *P. micrognitor*, 河虾属的 *Astacus fluviatilis* 以及奔水束腹蟹属的 *Parathelphusa hydrodromus*^[12], 沼虾的 *Macrobrachium borellii*^[4] 卵巢发育过程中, 卵巢中也只有极少量的胆固醇。造成这种差别的原因不甚清楚, 不过从现有资料来看, 与这些种类生存的环境有很大关系, 卵巢中胆固醇含量较高的种类几乎是在沿岸浅海生活的种类, 其它大部分是生活在淡水或陆地的种类。而这些种类在胚胎发育的行程和时间上也有很大差异, 因为沿岸浅海生活的种类, 通常卵体积小, 抱卵数量多, 胚后发育的行程和时间较短, 胚后发育的幼体阶段数多^[15~17]。所以在今后的工作中, 探索卵巢中胆固醇的储存与其生存环境的关系以及对以后胚胎发育的影响, 可能是很有意义的。

3.2 卵巢快速发育阶段卵巢脂肪酸组成变化

无论 PL 还是 NL, 中华绒螯蟹从未成熟卵巢发育到成熟卵巢, ω_3 系列的不饱和脂肪酸在 PL 和 NL 中都显著增加了, 从而使 ω_6 : ω_3 的比值显著降低。未成熟卵巢脂肪酸组成类似于淡水的沼虾 (*Macrobrachium borellii*)^[4]。成熟后的脂肪酸组成类似于海水甲壳动物^[6, 8, 13, 18]。中华绒螯蟹这种脂肪酸组成变化的特殊性, 可能是由于中华绒螯蟹在卵巢快速发育之前完全是生活在淡水中, 在这之后积累的大量的物质是为了满足在半咸水中卵的胚胎发育所需, 因此在脂肪的积累方面, 就大大提高了(ω_3 系列的长链多不饱和酸, 尤其是 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 的百分组成。这些增加长链多高不饱和脂肪酸必须大部分从外界摄取, 原因有二: 其一、肝胰腺脂类的 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 的百分组成很低^[9], 不可能满足卵巢积累中性脂的需要, 而且卵巢积累的磷脂对 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 的需要量更大(表 3, 4)。其二甲壳动物合成 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 的能力也很有限^[10, 19, 20], 所以从储存的脂肪合成大量的 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 也不可能。

3.3 不抱卵蟹卵巢脂类

中华绒螯蟹成熟蟹经过交配, 在条件适宜的情况下, 不能正常产卵, 原因之一与成熟卵巢的脂类相对含量和脂肪酸的相对百分组成有关。通过比较, 发现这种卵巢中的磷脂的相对含量比正常成熟

的卵巢低(表1),且磷脂中的长链多不饱和脂肪酸,主要是 ω_3 系列的 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$,两种脂肪酸百分组成显著低(表4),而磷脂和 $C_{20:5}$ 、 $C_{22:6}$ 是卵巢发育所必需的营养成分。在实验中还发现交配后不能产卵的蟹还包括一些卵巢发育过熟的个体,其特征是卵巢颜色为黄色,与正常的紫红色显著不同。本实验的不抱卵蟹不属于此类。可以认为,在中华绒螯蟹卵巢快速发育阶段,必须从外界获得大量的磷脂、 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$,若这些必需的成分没有足够获取,就可能影响卵巢的正常发育和产卵。此外,Alva等^[2]利用精制饲料直接证实了磷脂、 $C_{20:5}$ 和 $C_{22:6}$ 对日本对虾卵巢发育的重要影响,Millanena^[5]也证实了饲料脂肪酸组成对斑节对虾的卵的受精和孵化的影响。

参 考 文 献

- 薛鲁征,堵南山,赖伟.中华绒螯蟹雌性生殖系统的组织学研究.华东师范大学学报(自然科学版),1987,(3):88~96
- Alava V R, Kanazawa A, Teshima S, et al. Effects of dietary phospholipids and ω_3 -high unsaturated fatty acid on ovarian development of kuruma prawn. Bull Jap Soc Sci Fish, 1993, 59: 345~351
- Gehring W R. Maturation changes in the ovarian lipid spectrum of the pink shrimp, *Penaeus duorarum*. Comp Biochem Physiol, 1974, 49A: 511~524
- Gonzalez-Baro M R, Pollero R J. Lipid characterization and distribution among tissues of the freshwater crustacean *Macrobrachium borellii* during annual cycle. Comp Biochem Physiol, 1988, 91B: 711~715
- Millanena O M. Effect of fatty acid composition broodstock diet on tissue fatty acid patterns and egg fertilization and hatching in pond reared *Penaeus monodon*. Asian Fish, 1989, 2: 127~131
- Mourente G, Medina A, Gonzalez S, et al. Changes in lipid class and fatty acids contents in the ovary and midgut gland of the female fiddler crab *Uca tangeri* (Decapoda, Ocypodidae) during maturation. Mar Biol, 1994, 121: 187~197
- 成永旭,堵南山,赖伟.中华绒螯蟹成熟卵巢的脂类和脂肪酸组成.中国水产科学,1999,6(1):79~82
- Teshima S, Kanazawa A, Koshio S. Lipid metabolism of the prawn *P. japonicus* during maturation: Variation in lipid profiles of the ovary and hepatopancreas. Comp Biochem Physiol, 1989, 92B: 45~49
- 成永旭,堵南山,赖伟.中华绒螯蟹不同发育阶段肝胰腺脂类和脂肪酸组成的变化.动物学报,1998,44(4):420~429
- D' Abramo L R, Bordner C E, Conklin D E. Relationship between dietary PC and serum cholesterol in the lobster *Homarus* sp. Mar Biol, 1982, 67: 231~235
- Kanazawa A, Teshima S, Sakamoto M. Effects of dietary lipids, fatty acids and phospholipids on growth and survival of prawn, *Penaeus japonicus* larvae. Aquac, 1985, 50: 39~49
- Lautier J, Lagarrigue J G. Lipid metabolism of the crab *Pachygrapsus marmoratus* during vitellogenesis. Biochem Syst Ecol, 1988, 16: 203~212
- Teshima S, Kanazawa A. Variation in lipid compositions during the ovarian maturation of the prawn. Bull Jap Soc Sci Fish, 1983, 49: 957~962
- Young N J, Quinkan P T, Goad L J. Cholesteryl esters in the decapod crustacean, *Penaeus monodon*. Comp Biochem Physiol, 1992, 102B: 761~768
- Anger K. The conquest of freshwater and land by marine crabs: adaptations in life-history patterns and larval bioenergetics. J Exp Mar Bio Eco, 1995, 193: 119~145
- Herring P J. Size density and lipid content of some decapod eggs. Deep Sea Res, 1974a, 21: 91~94
- Herring P J. Observation on the embryonic development of some deep living decapod crustaceans with particular reference to species of *Acanthephyra*. Mar Bio, 1974b, 25: 25~33
- Jeckel W H, Aizpun J E, Moreno V J. Biochemical composition, lipid classes and fatty acids in the ovary of the shrimp *Pleoticus muelleri* Bate. Comp Biochem Physiol, 1989, 92B: 271~276
- Kanazawa A, Teshima S, Tokiwa D, et al. Essential fatty acids in the diet of prawn, II Effects of docosahexaenoic acid on growth. Bull Jap Soc Sci Fish, 1979, 45: 1151~1153
- Kayama M, Kanazawa A, Tokiwa S, et al. Essential fatty acids in the diet of prawn, III lipid metabolism and fatty acid composition. Bull Jap Soc Sci Fish, 1980, 46: 483~488



图版 不能抱卵蟹[A×5 000]和正常成熟蟹[B×5 000]卵细胞中卵黄体[Y]和脂滴[L]的比较

Plate Comparison yolk bodies & lipid droplets in the oocytes of normal mature crab(A) and of mature crab that could not spawn (B)

李新辉等:鳊鱼病毒核酸的初步分析



图1 鳊鱼病毒核酸经不同核酸酶处理结果

Fig.1 The result of SCV nucleic acid extracted with enzymes

- a. RNase 处理, b. 绿豆芽酶处理
- c. DNase 处理, d. 未处理对照



图2 PCR 扩增 SCV 核酸结果
Fig.2 The result of amplification SCV DNA with PCR

- a. 引物 d(CGGAATTCCG) 扩增结果
- b. 引物 d(CCGGAATTCCGG)
- c. DNA 分子量标准(278,365,594,672,771,1167,1972,2799,3681bp)



图3 用 EcoR I 筛选到的带 SCV PCR 扩增片段的重组子

Fig.3 Screen recombinant plasmid with EcoR I
a, b, c 为带插入片段的重组子
d 为 DNA 分子量标准 (λDNA/Hind III, EcoR I)