

饲料中磷脂和多不饱和脂肪酸对中华绒螯蟹大眼幼体育成仔蟹的成活率和生长的影响

成永旭 严生良 王 武 施正峰 谭玉钧

(上海水产大学渔业学院, 200090)

摘 要 用精制饲料添加一定量的磷脂和多不饱和脂肪酸, 饲喂中华绒螯蟹大眼幼体并育成 III 期仔蟹。结果表明: 饲料中添加一定量的磷脂对提高大眼幼体体育成仔蟹的成活率有较显著的作用, 而添加多不饱和脂肪酸对提高大眼幼体到 II 期仔蟹的成活率的作用不显著, 但可显著地提高大眼幼体到 I 期仔蟹的成活率。另外, 饲料中的不饱和脂肪酸含量可显著地影响仔蟹体内脂肪酸的百分含量。

关键词 中华绒螯蟹, 大眼幼体, 仔蟹, 磷脂, 多不饱和脂肪酸, 成活率

目前, 我国中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 养殖面临的主要问题之一是仔蟹的成活率较低, 而提高仔蟹的成活率, 要解决饲料和水质两个关键问题。有关中华绒螯蟹饲料方面的研究国内很少见, 尤其是对仔蟹在脂肪方面的营养需求的研究至今仍是一个空白。但从中华绒螯蟹本身的脂肪组成、以及十足目甲壳动物脂肪代谢的特点 [Chapelle 等 1986, Kanazawa 等 1985, Jones 等 1979, Sulkin 1978] 来看, 饲料中的脂肪组成及含量对中华绒螯蟹的生长和成活率, 尤其是早期发育的影响是一个不容忽视的重要因素。作者用精制饲料添加不同脂肪对中华绒螯蟹大眼幼体育成 III 期仔蟹的成活率和生长的影响进行了初步探讨。

1 材料和方法

1.1 饲料成分

饲料基础成分: 酪蛋白 50%, 脂肪 3%~8%, 糊精 23%, 矿物质 10%, 复合多种维生素 2%, 胆固醇 0.5%, 维生素 E 0.15%, 甘氨酸 0.5%, 微量元素 0.02%, 盐酸三甲胺 0.15%, 酵母提取物 0.5%, 复合氨基酸 1%, 苯甲酸钠 1.2%, 纤维素添加至 100%。

各组饲料的脂肪组成, 以及豆油、大豆磷脂和马面鱼肝油的脂肪酸组成分别见表 1 和表 2。

1.2 饲料工艺

各组份经过球磨机球磨后, 过 80 目筛, 然后将各组份用搅拌机充分混合, 粘合剂粘合, 再由饲料机压挤成条形后, 立即冷冻干燥。干燥后低温 (-25℃) 保存, 使用前用粉碎机粉碎, 过筛, 制成 0.5~0.9mm 径度的颗粒饲料。

表1 各组饲料的脂肪组成

Tab. 1 Lipid compositions of the different diets

饲料编号	脂肪成分	配比*	饲料编号	脂肪成分	配比	饲料编号	脂肪成分	配比			
A1	豆油	6	A2	豆油 PUFA ** 2	4 6	A3	豆油 PUFA 2 大豆磷脂	2 6 2			
B1	马面鱼肝油	3	B2	马面鱼肝油	6						
C1	马面鱼肝油 豆油	4 2	6	C2	马面鱼肝油 大豆磷脂	4 2	6	C3	马面鱼肝油 大豆磷脂	4 4	8

*: 占整个饲料重量百分比, **: C20:5 ω 3 和 C22:6 ω 3 两者占 58.54%

表2 豆油、大豆磷脂和马面鱼肝油的脂肪酸组成(%)

Tab. 2 The fatty acid compositions of the source lipids (%)

脂肪酸	C14:0	C16:0	C16:1 ω 7	C18:0	C18:1 ω 9	C18:2 ω 6	C18:3 ω 3	C20:4 ω 6	C20:5 ω 3	C20:4 ω 3
豆油	0.30	11.35	0.18	3.37	20.08	52.77	9.73	0.30	0.30	0.66
大豆磷脂	0.28	22.31		3.89	9.86	56.26	6.37	0.44	0.52	
马面鱼肝油	2.37	24.92	6.94	6.83	20.89	1.22	0.75	1.05	7.73	19.10

1.3 实验步骤

实验用的大眼幼体取于滁州市水产研究所一号育苗池,分别装 350 只大眼幼体于 10 只小型循环水族箱,每只箱盛水 14 L,水深为 18~20 cm,箱径为 30 cm,编号分别为 1-A1, 1-A2, 1-A3, 1-B1, 1-B2, 1-C1, 1-C2, 1-C3, 1-D1, 1-D2。同时,分别装 200 只大眼幼体于 8 只玻璃缸,容积为 30cm \times 40cm \times 10cm,编号分别为 2-A1, 2-A2, 2-A3, 2-B1, 2-B2, 2-C1, 2-C2, 2-C3, 重复实验一次。以上所用大眼幼体均未经过淡化,盐度在 17 左右。大眼幼体分装后马上分组投喂并进行两天的逐步淡化,成为淡水。编号中英文大写字母及后续数字表示各水箱所投喂饲料的编号,其中 D1 和 D2 为红虫饵料编号。

1.4 饲养管理

每天早上换水 1/3,去除死苗,并计数。换水后,按大眼幼体体重的 2% 投饵,早上、中午、下午各测水温一次(21 \pm 2) $^{\circ}$ C,饲养期间均在充氧下进行。

2 结果

2.1 不同的脂肪酸组成及磷脂含量对仔蟹存活的影响

通过 19 天的实验,各水箱最后成活蟹中基本上有 50% 变为 III 期仔蟹(表 3)。

8 组饲料中, A3 饲料效果最好,发育到 III 期仔蟹的个数最多,总成活率最高,其次是 B2 和 C3 饲料。它们的成活率均高于对照组的红虫饵料。

从 A1、A2、A3 组看,在饲料的基础脂肪豆油中单独添加长链多不饱和脂肪酸(A2),能比较显著地提高 I 期仔蟹的成活率,但对发育到 III 期仔蟹的总成活率的提高作用不大。而在此基础上添加一定量的大豆磷脂(A3),则可比较显著地提高成活率(在两组实验中, A3 组的成活率均最高,分别为 31.71% 和 27%)。

从 B1 和 B2 的饲喂效果来看, B1 的成活率均低于 B2,说明对于马面鱼肝油作为饲料的脂肪源添加 6% 的效果要好。

从C1、C2和C3饲料组看,在马面鱼肝油的基础上添加豆油或大豆磷脂,其效果明显不同,添加磷脂的C2和C3的成活率都明显高于添加豆油的C1组,进一步说明添加磷脂对提高仔蟹的成活率有一定作用。C2和C3的效果略有差别,这主要是由于磷脂含量的不同所致。总之,在一定范围内添加的磷脂含量越多,对提高仔蟹成活率的作用就越大。

从表3中还可以看出,大眼幼体的死亡率特别高,通过实际观察可知,绝大部分大眼幼体是在蜕皮之前死去的。

表3 不同饲料饲养下各组仔蟹不同阶段的死亡和成活情况

Tab. 3 The survival and mortality of juvenile crab at different diets

编号	放养总数(只)	各期死亡总数(只)				消失数** (只)	各期成活数(只)			成活率 (%)	I期仔蟹 成活率(%)
		大眼幼体	I期	II期	III期		I期	II期	III期		
1-A1	350	206	10	4	0	91	9	18	12	11.14	15.14
1-A2	350	224	17	8	1	63	6	23	8	10.57	18.00
1-A3	350	200	18	9	2	10	0	48	63	31.71	42.86
1-B1	350	242	9	6	0	60	5	7	21	9.43	13.71
1-B2	350	208	7	1	2	81	5	31	35	20.29	17.42
1-C1	350	267	3	2	0	60	0	8	10	5.14	6.57
1-C2	350	204	8	1	1	100	6	12	18	10.29	13.14
1-C3	350	214	2	3	0	80	4	26	21	14.57	16.00
D1	350	225	7	8	3	56	0	9	42	14.57	19.71
D2	350	255	12	7	8	40	3	8	22	9.43	15.70
2-A1	200	88	19	7	0	54	2	11	19	16.00	29.00
2-A2	200	93	27	9	4	33	4	18	12	17.00	37.00
2-A3	200	72	14	2	0	48	0	18	36	27.00	35.00
2-B1	200	61	26	2	0	74	6	18	13	18.50	32.50
2-B2	200	43	21	4	0	86	3	24	19	23.00	35.50
2-C1	200	99	17	1	1	59	4	6	13	11.50	21.00
2-C2	200	83	23	11	0	54	0	9	20	14.50	31.50
2-C3	200	91	18	4	0	47	4	12	18	17.00	28.00

*所有进入I期仔蟹的总和,包括成活和死亡的I、II、III期仔蟹; **消失数=放养总数-成活各期总数-死亡总数,它基本反映了自相残杀情况

2.2 不同脂肪酸组成对仔蟹体内脂肪酸组成的影响

从表4中可以看出,饲料中脂肪酸组成的不同,对蟹体脂肪酸组成都有一定的影响,仅就在8种饲料下仔蟹各脂肪酸的变异系数 C_i 来看,除C18:1外,不饱和脂肪酸的变异均比较大,依次是C18:2(0.45),C16:1(0.37),C22:6(0.35),C20:5(0.21)等,C18:1的变异系数较小,可能是因为8组饲料的这种脂肪酸变异系数 D_i 很小(0.08),它就不可能较多的影响仔蟹体中这种脂肪酸的变化。由此看来,饲料中脂肪酸的组成对仔蟹有显著影响的主要是不饱和脂肪酸,这种情况对甲壳动物可能是普遍的[Millamena等1988]。反之,甲壳动物体某一阶段的脂肪酸组成在很大程度上可以反映这一阶段主要的摄食成分和营养状况[Mourente等1995],甚至可以用甲壳动物体脂肪酸组成的特性判定它们当前可能活动的区域,如河口、近海和深海等[Castell等1995]。

对于饱和脂肪酸C14:0、C16:0、C18:0来说,尽管饲料脂肪酸组成的变化也比较大(D_i 分别为0.52、0.42、0.42),但对育成仔蟹体内的这些脂肪酸组成影响不大(C_i 分别为0.14、0.08、0.14),而从大眼幼体发育成仔蟹的趋势看,C16:0的百分比组成下降,C14:0和C18:0的百分比组成升高。

表 4 大眼幼体、由大眼幼体育成的仔蟹及相应饲料脂肪的脂肪酸组成

Tab. 4 The fatty acid compositions of the lipids of megalopa the juvenile crab and feeding dietary lipid

组别	脂肪酸	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:4	C20:5	C22:6
A1	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	0.30	11.35	0.18	3.37	20.08	52.77	9.73	0.30	0.30	0.66
	仔蟹	2.24	14.84	5.12	5.84	24.59	21.02		3.60	8.16	3.28
A2	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	3.47	6.62	5.64	1.75	21.07	27.77	2.41	1.07	12.92	9.73
	仔蟹	2.96	13.09	2.16	8.23	20.96	12.85		4.85	14.71	9.68
A3	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	5.76	10.72	5.47	2.39	21.75	19.69	1.67	0.96	12.12	9.43
	仔蟹	3.44	15.69	1.75	8.59	19.00	12.75		4.38	12.01	6.52
B1	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	2.37	24.92	6.94	6.83	20.89	1.22	0.75	1.05	7.73	19.10
	仔蟹	3.54	15.11	3.60	8.26	22.88	8.15		0.07	5.03	15.25
B2	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	2.37	24.92	6.94	6.83	20.89	1.22	0.75	1.05	7.73	19.10
	仔蟹	2.84	17.19	5.10	9.06	26.54	8.23	0.13	5.49	13.57	8.00
C1	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	2.68	8.66	2.99	5.32	22.10	29.58	3.90	0.66	3.18	7.02
	仔蟹	3.33	16.03	4.82	7.03	23.38	13.91		3.87	11.13	8.56
C2	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	3.03	25.93	5.71	6.11	19.40	12.66	1.60	0.93	6.05	13.67
	仔蟹	3.37	15.11	2.66	8.58	21.23	5.80	0.13	4.91	16.99	13.57
C3	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	饲料	3.37	22.61	4.60	5.23	17.22	19.72	1.99	0.61	5.90	9.59
	仔蟹	3.04	16.46	3.88	9.18	24.03	6.14		4.32	13.91	10.81
红虫	大眼幼体	1.24	17.36	13.59	2.26	2.83	4.82	2.21	2.27	16.41	2.68
	仔蟹		16.29	6.64	5.81	21.11	4.93	0.28	6.55	16.03	5.54
	幼蟹(5.4g)		20.46	18.13	3.76	27.00	6.02	3.18	8.14	10.94	2.39
	仔蟹体中各脂肪酸的变异系数 Ci	0.14	0.08	0.37	0.14	0.10	0.45		0.14	0.21	0.35
	饲料组各脂肪酸的变异系数 Di	0.52	0.42	0.47	0.42	0.08	0.82		0.33	0.60	0.56

从 B1 和 B2 组看, 饲料中的脂肪源一样, 其脂肪含量不同, 不会影响仔蟹体内脂肪酸组成。这从另一侧面说明, 影响机体脂类的脂肪酸组成的因素主要是饲料脂类的脂肪酸组成, 与饲料中这种脂类的含量多少无关。

值得注意的是 C20:4 ω 6 的变化, 尽管各饲料含量甚微(0.5%~1.0%), 仔蟹体中的这个脂肪百分含量明显高于大眼幼体, 且随着蟹体的发育含量逐步增加, 对于平均重 5.4g 的幼蟹, C20:4 ω 6 含量上升到 8.14%, 对于成蟹的鳃, C20:4 ω 6 含量为 13%以上。从一般的生理角度分析, C20:4 ω 6 是合成前列腺素的前体, 而前列腺素在机体中是一个效应很大的活性物质, 它在生殖、消化和呼吸系统中都有一定作用, 且控制着离子对某些膜的通透性及抑制脂质分解等[沈同等 1980]。这些作用对于仔蟹非常重要, 因为仔蟹正处于生长发育阶段, 消化和呼吸系统的发育还不完善, C20:4 ω 6 的升高可能有助于消化和呼吸系统的发育, 尤其是它的升高可能有助于鳃对某些离子的通透性的控制作用加强, 抑制鳃组织脂质的分解能力也进一步完善, 而这些都有利于增强鳃的渗透压调节能力[Pequeux 和 Gills 1981、1988], 使仔蟹更好地适应淡水环境。

从 A1 组看, 饲喂不含 C20:5 ω 3 和 C22:6 ω 3 的饲料时, 尽管与其它组相比, 仔蟹体的含量

低, 但与大眼幼体相比, C22:6 ω 的含量还略有升高, 这表明蟹体内具有合成多不饱和脂肪酸的能力, 即由短链的不饱和脂肪酸合成, 其途径可能按 C18:3 ω \rightarrow C20:5 ω \rightarrow C22:6 ω , 因为在各组饲料中都有一定量 C18:3 ω , 而仔蟹体中 C18:3 ω 的含量甚微(表 4), 说明从饲料中吸收的 C18:3 ω 基本上都转化为 C20:5 ω 和 C22:6 ω , 这与前人的结果是一致的[Chapelle 和 Zwingelstein 1984, Kanazawa 等 1985, Jones 等 1979, Teshima 等 1986a]。

2.3 不同饲养条件下各期仔蟹的生长情况

表 5 不同饲料饲养下各期仔蟹的生长情况

Tab. 5 Effects of different diets on the growth of the juvenile crab

饲料	(I) 蜕壳空壳长 平均 \pm SD(样本数)	(II) 蜕壳空壳长 平均 \pm SD(样本数)	平均蜕壳次数 \pm SD
A1	2.394 \pm 0.089(9)	3.032 \pm 0.146(18)	1.745 \pm 0.175
A2	2.342 \pm 0.142(13)	3.021 \pm 0.055(8)	1.875 \pm 0.110
A3	2.326 \pm 0.121(11)	3.018 \pm 0.172(17)	2.152 \pm 0.180
B1	2.359 \pm 0.098(14)	2.994 \pm 0.103(8)	1.927 \pm 0.310
B2	2.311 \pm 0.092(12)	2.843 \pm 0.132(6)	1.996 \pm 0.093
C1	2.374 \pm 0.126(10)	3.121 \pm 0.108(7)	1.833 \pm 0.304
C2	2.365 \pm 0.098(10)	2.931 \pm 0.227(13)	2.031 \pm 0.111
C3	2.322 \pm 0.154(11)	3.041 \pm 0.173(10)	2.071 \pm 0.127

表 5 中的样品均取自第一实验组。通过方差分析, I 期仔蟹、II 期仔蟹的壳长生长和平均蜕皮次数无统计上的显著差别($P > 0.05$)。

I 期 $F_{7, 82}(0.589) < F_{0.05, 7, 82}(3.76) P > 0.05$

II 期 $F_{7, 82}(2.37) < F_{0.05, 7, 82}(3.76) P > 0.05$

平均蜕皮次数 $F_{6, 7}(1.23) < F_{0.05, 6, 7}(4.21) P > 0.05$

由表 5 可知, A3 饲料饲养下的仔蟹蜕皮次数高于其他组, 其次是 C2, C3, 最低的是 A1。

虽然不同饲料下对仔蟹的生长和蜕皮没有统计上的显著差别, 但从实验的基本数据看, A3 对加速仔蟹蜕皮还是有影响的, 其次是 C2, C3, 这三种饲料中脂肪的共同特点是添加了一定量的磷脂, 且都含有多不饱和脂肪酸。A1 饲料饲养的仔蟹平均蜕皮次数均低于其它组, 而 A1 饲料中既没有多不饱和脂肪酸, 也没有添加磷脂, 这从另一个侧面反映, 饲料中多不饱和脂肪酸和磷脂, 尤其是后者对仔蟹的蜕皮有影响。

3 讨论

3.1 长链多不饱和脂肪酸对仔蟹成活率的影响

在饲料的基础脂肪豆油中单独添加长链多不饱和脂肪酸(A2), 能比较显著提高 I 期仔蟹的成活率, 但对发育到 III 期仔蟹的总成活率的提高作用不大, 这表明: PUFA 对仔蟹的早期发育比较重要, 与 Levine 和 Sulkin[1984] 对地蟹(*Eurypanopeus depredus*) 的早期发育的研究结果相一致, 他们发现若饵料中缺乏 C20:5 ω 和 C22:6 ω 时, 状幼体就不能顺利蜕皮发育到大眼幼体, 而添加后, 成活率则大大提高。

PUFA 对仔蟹的总成活率提高作用不大, 可能是中华绒螯蟹生存环境发生变化的缘故。

因为中华绒螯蟹的早期发育必须在半咸水中进行,故其脂肪酸组成应似海水或半咸水水生动物脂肪酸组成,即 ω 系列的PUFA,尤其是C20:5 ω 3和C22:6 ω 3的含量比较多,而甲壳动物一般体内不能合成这两种脂肪酸,或合成能力相当有限[Teshima等1986a, Kanazawa等1985, Chapelle和Zwingelstein 1984],所以,若饵料中含有一定量的C20:5 ω 3和C22:6 ω 3,对中华绒螯蟹的早期发育有促进作用,比如从大眼幼体变态成I期仔蟹这一阶段,而这一阶段C18的不饱和脂肪酸C18:2 ω 6和C18:3 ω 3含量过高,则可能抑制其生长和成活[Millamena等1988]。如A1和C1组I期仔蟹的成活率在两组的实验中相对较低(第一组分别为15.14, 6.57, 第二组为29, 21),可能是这两组饲料中的C18:2 ω 6和C18:3 ω 3含量高的缘故(表5, A1为52.77%+9.78%, C1为29.58%+3.90%)。

从大眼幼体开始,中华绒螯蟹已开始向淡水过渡,大眼幼体以后各期仔蟹已完全能适应淡水生活,而淡水水生生物体脂肪组成中,C20:5 ω 3和C22:6 ω 3的含量要比海水少得多,但C20:5 ω 3和C22:6 ω 3作用可由其它脂肪酸(C18:2 ω 6和C18:3 ω 3)替代,因此,这可能不是影响发育及仔蟹的总成活率的重要因素。

3.2 饲料中添加磷脂(大豆脂磷)对仔蟹成活率的影响

饲料中添加磷脂(A3, C2, C3),可提高仔蟹的成活率。磷脂的作用可能是由于中华绒螯蟹和其它甲壳动物磷脂代谢的特点所决定。一方面,对于绝大多数甲壳动物来说,提供体内磷脂合成的主要前提,如CDP-乙醇胺、胆碱、 α -磷酸甘油等大多数必须由外源提供,因为甲壳动物对这些前提物的合成能力很有限[Jones等1979, Kanazawa等1985, Chapelle和Zwingelstein 1984]。一般外源性磷脂由肝胰腺吸收后,很快被转运到血淋巴中,组成血淋巴中脂类的主要成分[Spazian等1986, Chapelle等1986],并在血淋巴中以高密度脂蛋白(HDL)形式运输到组织,供组织膜的构建。另一方面,Teshima等[1986b, c]还发现磷脂对日本对虾从饲料中吸收的胆固醇和甘油三酯,在体内的运输有催化作用。Chapelle和Zwingelstein[1984]也发现,中华绒螯蟹鳃中的磷脂酰丝氨酸的含量对鳃中Na-K-ATP酶活性调节有重要作用,其渗透压调节就是靠此酶来完成的,而渗透压调节能力对于大眼幼体发育到III期仔蟹的影响是相当重要的[成永旭等1997]。综上所述,若饲料中缺乏磷脂,必然会使甲壳动物体内磷脂代谢发生障碍,从而严重影响其生长和生存,相反,若在饲料中添加了磷脂,则会明显促进其生长和生存。

4 结论

由精制饲料添加一定量的磷脂和多不饱和脂肪酸饲喂中华绒螯蟹大眼幼体并育成III期仔蟹的实验。结果表明:饲料中添加一定量的磷脂对提高大眼幼体育成仔蟹的成活率有比较显著的作用,并能加速仔蟹的蜕皮,而添加多不饱和脂肪酸对提高大眼幼体到II期仔蟹的成活率的作用不显著,但可比较显著地提高大眼幼体到I期仔蟹的成活率。另外饲料中的不饱和脂肪酸的含量可显著地影响仔蟹中的百分含量。所以,在大眼幼体育成仔蟹这个阶段,要特别注意投喂一定量的磷脂食物。

本研究得到了滁州市水产研究所包祥生研究员的大力支持,加工系86级研究生周德权同学为实验提供了浓缩的多不饱和脂肪酸,在此一并表示感谢。成永旭现在厦门大学海洋系博士后流动站工作。

参 考 文 献

- 成永旭, 王 武, 谭玉钧. 1997. 盐度及钙镁离子对中华绒螯蟹大眼幼体育成 III 期仔蟹 的成活率和生长的影响. 水产学报, 21 (1): 84~88.
- 沈 同, 王镜岩, 赵邦悌. 1980. 生物化学, 上册. 北京: 高等教育出版社. 35~57.
- Castell J D, Boston L D, Miller R J, et al. 1995. The potential identification of the geographic origin of lobster eggs from various wild stocks based on fatty acid composition. *Can J Fish Aquat Sci*, 52: 1135~1140.
- Chapells S, Zwingelstein G. 1984. Phospholipids composition and metabolism of Crustacean gills as related to changes in environmental salinities: relationship between Na-K-ATPase activity and phospholipids. *Comp Biochem Physiol*, 78B: 363~372.
- Chapells S, Bricho G, Abdul N. 1986. Influence of salinity on 3H-Serine metabolism study of 3H-Serine incorporation into lipids of the Chinese crab *Eriocheir sinensis*. *Comp Biochem Physiol*, 85B: 511~515.
- Jones D A, Kanazawa A, Ono K. 1979. Studies on the nutritional requirement of the larvae stages of *Penaeus japonicus* using microcapsulated diets. *Mar Bio*, 54: 261~267.
- Kanazawa A, Teshima S, Sakamiti M. 1985. Effects of dietary lipids, and phospholipids on growth and survival of prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 50: 39~49.
- Levine D W, Sulkin S D. 1984. Nutritional significance of longchain polyunsaturated fatty acids to the development of the zoeal of the brachyuran crab, *Eurypanopeus depressus*. *J Exp Biol Ecol*, 81: 211~223.
- Millamena O M, Bombo R F, Jumalon N A, et al. 1988. Effects of various diets on the nutritional value of *Artemia* sp. as food for prawn *Penaeus monodon*. *Mar Bio*, 98: 217~221.
- Mourente G, Medina A, Gonzalez S, et al. 1995. Variations in lipid content and nutritional status during larval development of the marine shrimp *Penaeus derathurus*. *Aquaculture*, 130: 187~199.
- Pequeux A, Gills R. 1981. Na fluxes across isolated perfused gills of Chinese crab *E. sinensis*. *J Exp Biol*, 92: 173~186.
- Pequeux A, Gills R. 1988. The transepithelial potential difference of isolated perfuse gills of the Chinese crab *E. sinensis* acclimated to fresh water. *Comp Biochem Physiol*, 89A: 163~172.
- Sulkin S D. 1978. Nutritional requirements during larval developments of the porpunid crab, *Callinectes sapidus*. *J Exp Mar Bio Ecol*, 34: 29~41.
- Spazian E, Havel R J, Hamilton R L, et al. 1986. Properties of serum high density lipoproteins in the crab, *Cancer antennarius*. *Comp Biochem Physiol*, 85B: 307~314.
- Teshima S, Kanazawa A, Kakuta Y. 1986a. Effects of dietary phospholipids on growth and body composition of juvenile prawn. *Bull Jap Soc Sci Fish*, 52: 155~158.
- Teshima S, Kanazawa A, Kakuta Y. 1986b. Effects of dietary phospholipids on lipids transport in the juvenile prawn. *Bull Jap Soc Sci Fish*, 52: 159~163.
- Teshima S, Kanazawa A, Kakuta Y. 1986c. Role of dietary phospholipids in the transport of ¹⁴C-cholesterol in the prawn. *Bull Jap Soc Sci Fish*, 52: 719~723.

EFFECT OF DIETARY POLYUNSATURATED FATTY ACIDS, PHOSPHOLIPIDS ON THE SURVIVAL AND GROWTH OF *ERIOCHEIR SINENSIS* FROM THE MEGALOPA TO THE JUVENILE

CHENG Yong-Xu, YAN Sheng-Liang, WANG Wu, SHI Zheng-Feng, TAN Yu-Jun
(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT Effects of dietary polyunsaturated fatty acids, phospholipids on the survival and growth of Chinese crab, *Eriocheir sinensis*, from the megalopoa to the juvenile were studied using purified diets. The result shows that the survival of *E. sinensis* juvenile is greatly increased by addition of the soybean phospholipids. But the survival to III juvenile is not significantly changed by only addition of the PUFA (C20 :5+C22 :6=58.5%), except somewhat increasing the survival from megalopoa to the I juvenile. Moreover, the composition of the unsaturated fatty acids of the juvenile seems to vary significantly with the dietary level.

KEYWORDS *Eriocheir sinensis*, Megalopa, Juvenile, Phospholipid, Polyunsaturated fatty acid (PUFA), Survival rate