

两种补充营养在锯缘青蟹育苗中后期的效果分析*

Analysis of Breeding Zoea Stage Effects by Two Complementary Nutrition

彭慧婧, 蒋 艳, 杨家林, 邹 杰, 童万平

PEN G Hui-jing, JIANG Yan, YANG Jia-lin, ZOU Jie, TONG Wan-ping

(广西海洋研究所广西海洋生物技术重点实验室, 广西北海 536000)

(Guangxi Institute of Oceanology, Guangxi Key Laboratory of Marine Biotechnology, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要: 在广西海洋研究所竹林盐场海水增养殖试验基地进行锯缘青蟹 (*Scylla serrata*) 育苗中后期 (Z₃~ M) 添加投喂螺旋藻和用鱼油强化过的丰年虫两种饵料补充营养实验。实验结果表明, 添加螺旋藻可以降低青蟹育苗中期溞状幼体 Z₃~ Z₅ 的死亡率和缩短育苗周期; 用鱼油强化丰年虫后再投喂蟹苗, 可以降低 Z₃~ M 的死亡率; 两种补充方法结合使用, 可以明显降低青蟹育苗后期死亡率, 缩短育苗周期。

关键词: 锯缘青蟹 螺旋藻 鱼油 补充营养 变态率

中图分类号: S968.25¹ 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2008)04-0449-03

Abstract To determine nutritional value of different addition feeding for zoea stage of *Scylla serrata* (Z₃~ M), the dietary added *Spirulina platensis* and feeding the zoea stage with fish oil enriched shrimp were used. The research indicated that *Spirulina platensis* fed the larva with shrimp could reduce mortality from the zoea 3 stage to the zoea 5 stage, and cut the time of the growth cycle; The fish oil enriched shrimp fed the larva can reduce mortality from the zoea 5 stage to megalops; fish oil enrichment of shrimp fed the mud crab with *Spirulina platensis* not only decreased mortality, but also shorten the raise seedling period.

Key words *Scylla serrata*, *Spirulina platensis*, fish oil, complementary nutrition, metamorphosis rate

锯缘青蟹 (*Scylla serrata*) 俗称青蟹, 锯缘青蟹营养丰富, 肉味鲜美, 是我国东南沿海重要的海水养殖品种。

随着青蟹养殖在南方的迅速发展, 其人工育苗已成为产业发展中关键的一环, 而提供充足的饵料和全面的营养是育苗成功的重要保证。青蟹育苗在 I 期溞状幼体 (Z₁) 发育到 III 期溞状幼体 (Z₃) 阶段和从 III 期溞状幼体 (Z₃) 到大眼幼体 (M) 阶段对饵料和营养有不同需求。根据曾朝曙和李少菁等人研究^[1]及广西海洋研究所多年的青蟹育苗实践经验,

营养全面的轮虫、单胞藻、蛋黄等作为开口及 Z₁ 到 Z₃ 阶段的主要饵料, 可以基本满足蟹苗幼体的营养需求。后期 Z₃ 到 M 阶段的营养主要由丰年虫提供。由于不同品牌、不同产地、不同时期的丰年虫卵品质不同, 其营养成分存在较大差异, 很难全面地满足蟹苗幼体的营养需要, 因而青蟹育苗的后期培育存在着较大风险。

随着养殖育苗业的发展, 鱼油作为强化剂应用已相当广泛; 螺旋藻对养殖品种具有促进生长、增加食欲、增强抗病能力、提高幼体成活率等作用^[2]。我们针对它们在养殖动物发育过程中所表现出的一些特性, 将其作为青蟹育苗 Z₃~ M 幼体的饵料进行了补充营养的投喂实验, 并进行效果分析, 为青蟹育苗后期营养保障的全面性提供科学依据。

收稿日期: 2008-01-27

作者简介: 彭慧婧 (1982-), 女, 助理工程师, 主要从事海水养殖苗种繁育的基础研究工作。

* 国家农业科技成果转化资金项目 (2006GB2E100226) 资助。

1 材料与场地概况

1.1 实验材料

实验幼体的亲体来自广西防城港海区捕获的野生膏蟹,在繁殖季节经暂养、抱卵、孵化后获得溞状幼体(Z_1),在水温 27.5~29.0℃、比重 1.018 条件下,经过 6d 的前期培育, Z_1 幼体发育成为 Z_2 幼体,再挑选健康无病、活力好的 Z_2 作为实验材料。前期培育的饵料系列为单胞藻、蛋黄、轮虫等。

1.2 饵料来源

微藻来源于广西海洋研究所保种室,经过二级培养后扩种到饵料池,培养过程中进行了严格的消毒处理。螺旋藻来源于北海市康源生物工程有限公司的螺旋藻生产基地;丰年虫卵为美国幸运牌;鱼油是从水产饲料公司购入的散装鱼油。

1.3 实验场地与养殖用水

本实验在位于广西北海市竹林盐场广西海洋研究所海水增殖试验基地施行。实验用水经沙滤和沉淀处理。

1.4 实验方法

在青蟹幼体 Z_3 ~ M 的培育过程中,采用以下三种方法对幼体进行营养补充:(1)在投喂无节幼体的基础上添加投喂鲜活螺旋藻,确保其桶内无节幼体与螺旋藻比例为 1:5~8:5;(2)投喂用乳化鱼油强化 12h 的丰年虫无节幼体;(3)投喂经鱼油强化 12h 的丰年虫无节幼体并添加鲜活螺旋藻,其桶内无节幼体与螺旋藻比例为 1:5~7。

实验在 12 个容量为 0.8 m³ 水体的黑桶内进行,培育水体 0.7 m³。每桶放入 8000 个 Z_2 幼体,健康无病害。设置 a、b、c 处理组和 1 个对照组 d,每个组设定 3 个重复。处理组 a 补充投喂当天购入的洗净浓缩的新鲜螺旋藻,第 1 次每桶投喂 50g,以后根据桶内螺旋藻密度适量添加;处理组 b 投喂经乳化鱼油强化 12h 后的丰年虫无节幼体;处理组 c 投喂新鲜螺旋藻和经乳化鱼油强化培育 12h 后的丰年虫无节幼体;空白对照组仅投喂丰年虫无节幼体。亚心型扁藻调节水色。

各实验黑桶培育水体的比重为 1.018,温度为 (28.0±0.6)℃,光照强度为 3000~6000 lx (用可活动黑帘对实验车间的光照强度进行调节)等条件一致。每天投喂 2 次,分别在 8:30~9:00 和 16:00~16:30 投喂。每期变态完成后投入光合细菌调节水质。

1.5 数据处理

每日吸底并记录死苗量,同时记录各期变态间

隔时间。幼体变态至 M 后出苗,记录每桶出苗量,计算每期幼体变态率,以及各处理的最终变态率。

数据经 F 检验后利用 Duncan 法对各投喂水平下各期幼体的平均死亡量进行多重显著性分析。

用 $R_{k,a} = r_a(k, df) S_{\bar{x}}$ 求各临界值。 $R_{k,a}$ 为临界值, $\alpha = 0.05$ 或 0.01 , k 为两平均数在位次上的差别, $S_{\bar{x}}$ 是各平均数的子样标准差。

2 实验结果

2.1 添加螺旋藻处理在育苗中后期的幼体变态死亡情况

补充投喂螺旋藻的处理组 a 在 Z_3 ~ Z_4 和 Z_4 ~ Z_5 的变态发育过程中死亡率分别为 4.37% 和 4.41%,较对照组和处理组 b 低,较处理组 c 高(表 1),而且差异显著(表 2)。在 Z_5 ~ M 的变态过程中,死亡率高达 15.4%,较投喂鱼油强化丰年虫的处理组 b 和处理组 c 高,差异显著(表 2)。

2.2 鱼油强化丰年虫处理在育苗中后期的幼体变态死亡情况

鱼油处理组 b 在 Z_3 ~ Z_4 和 Z_4 ~ Z_5 的变态过程中死亡率分别高达 9.23% 和 8.35%,较处理组 a、c 和对照组高(表 1),差异极显著,而在 Z_4 ~ Z_5 的变态过程中与对照组 (7.38%) 比较,却没有显著性差异(表 2)。在 Z_5 ~ M 的变态过程中,其死亡率为 10.03%,明显低于处理组 a 和对照组,而与处理组 c 比较差异不显著(表 2)。

2.3 两种营养共同补充处理在育苗中后期的幼体变态死亡情况

两种营养共同补充的处理组 c 在 Z_3 ~ Z_4 的变态过程中死亡率仅为 2.96%,较其他 3 个组都要低(见表 1),差异极显著;而在 Z_4 ~ Z_5 的变态过程中死亡率则为 4.49%(见表 1),显著高于处理组 b 和对照组 d,而与处理组 a 的死亡率没有显著性差异(见表 2);在 Z_5 ~ M 的变态过程中,其死亡率明显低于处理组 a 和对照组 d,而与处理组 b 的死亡率并无显著性差异(见表 2)。

2.4 各处理组与对照组的变态发育时间

处理组 a 完成 Z_3 ~ Z_4 的变态发育仅用了 2d,其他实验组完成该阶段的变态发育时间均为 3d。处理组 a 和处理组 b 在完成 Z_4 ~ Z_5 ~ M 的各期变态的时间较处理组 c 和对照组都少于 1~2d。处理组 a 与处理组 c 完成 Z_3 ~ M 的变态发育时间较短,其中处理组 a 完成 Z_3 ~ M 的变态发育时间为 10d,处理组 c 为 12d,而处理组 b 与对照组均为 14d(表 3)。

表 1 不同营养补充条件下的每期死亡量及平均死亡率

Table 1 The number of deaths and average death rate in different additional fed

组别 Group	Z ₅ ~ Z ₄		Z ₄ ~ Z ₅		Z ₅ ~ M		最终 死亡率 The final mortality rate(%)	
	死亡量 The number of deaths (个)	平均 死亡率 The average death rate(%)	死亡量 The number of deaths (个)	平均 死亡率 The average death rate(%)	死亡量 The number of deaths (个)	平均 死亡率 The average death rate(%)		
a	a ₁	311	4.37	323	4.41	1651	15.41	22.67
	a ₂	374		387		1730		
	a ₃	364		301		1648		
b	b ₁	704	9.23	598	8.35	863	10.03	25.16
	b ₂	735		621		1119		
	b ₃	776		601		1098		
c	c ₁	200	2.96	367	4.49	944	9.05	15.70
	c ₂	279		367		634		
	c ₃	231		312		857		
d	d ₁	145	5.67	524	7.38	2205	29.13	38.08
	d ₂	494		568		2103		
	d ₃	416		579		1800		

表 2 多重比较后各处理组之间和与对照组之间的差异显著性

Table 2 The significance of difference among disposed groups and control group after multiple comparison

处理 Disposed	变态过程 Metamorphosis								
	Z ₅ ~ Z ₄			Z ₄ ~ Z ₅			Z ₅ ~ M		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
a b c 与 d 比较 Groups a b and c compared with d	104.00 ⁰	284.67 [*]	217.00 [*]	220.00 [*]	49.67	208.33 [*]	359.67	1009.33 [*]	1224.33 [*]
a b 与 c 比较 Group a and b compared with c	113.00 [*]	501.67 [*]		11.67	258.00 [*]		864.67 [*]	215.00	
a 与 b 比较 Group a compared with b	388.67 [*]			269.67 [*]			649.67 [*]		

* P < 0.05, ** P < 0.01.

表 3 不同补充营养条件下每期发育时间

Table 3 The growth of period in different additional fed

组别 Group	每期变态间隔时间 The growth of period (d)			合计 Total
	Z ₅ ~ Z ₄	Z ₄ ~ Z ₅	Z ₅ ~ M	
a	2	3	5	10
b	3	4	7	14
c	3	3	6	12
e	3	4	7	14

3 讨论

3.1 螺旋藻在蟹苗溞状幼体培育中的效果

在本次育苗实验过程中,投喂螺旋藻的处理组 a 在溞状幼体变态过程中死亡率在 4.40% 左右,与鱼油强化丰年虫的处理组 b 和对照组相比,差异极显著,补充螺旋藻使其死亡率处在一个较低水平。该结果表明,螺旋藻的添加在该育苗过程中降低了溞状幼体的死亡率,这与顾天青等^[3]在螺旋藻在对虾育苗中的应用发现螺旋藻配合饲料投喂能提高溞状 I 期幼体~糠虾 II 期幼体成活率的效果一致。与陈国俊^[4]用螺旋藻投喂提高河蟹幼体的成活率的结果也具有一致性。螺旋藻含有高达 70% 的蛋白质,蛋白质是细胞壁的主要组成部分,纤维含量低,动物消化

吸收率达 75%,能促进动物生长,提高成活率,可以被肉食性水产动物消化利用^[2]。溞状幼体变态发育过程中,蛋白质是组成幼体的主要有机成分,且从 Z₁~ Z₅ 蛋白含量逐渐增加^[5]。因而,螺旋藻能降低溞状幼体的变态死亡率,可能与其所含的蛋白质有一定的关系。

肉食性比较凶猛的动物幼体,育苗时间越长,残食越严重。而对于青蟹幼体来说,在从 Z₅~ M 的变态过程中, M 残食 Z₅ 较严重,其变态同步性越差,损失越严重。补充投喂螺旋藻的处理组 a 和 c,在青蟹后期育苗中,完成 Z₅~ M 的变态所需时间分别为 5d 和 6d,有比较好的同步性,较不添加螺旋藻的处理组 b 和对照组 (7d) 缩短了 2~ 4d,大大节约了养殖成本和幼体的损失。这与戴卫平用螺旋藻补充河蟹饲料的实验^[6]和郭延平报道的光泽县用配合螺旋藻养殖稚蟹的试验^[2]中育苗周期缩短的结果一致。由此可知,螺旋藻可能对加快青蟹幼体的生长具有一定的作用。

3.2 鱼油在蟹苗培育至大眼幼体过程中的效果

本实验中,用鱼油强化的丰年虫对青蟹幼体进

(下转第 460 页 Continue on page 460)

水温与上旬气温之差

(3)北海、涠洲岛和防城港 3 个台站的月平均 SST 都是在 3~7 月为增温期,在 9 月至翌年 1 月为降温期;6 月、7 月、8 月份水温最高,而且水温比较稳定,多年的月平均水温都略大于 30.0℃;都是在 2 月份出现最低水温。

(4)广西沿海海区水温春季随着太阳辐射加强普遍升高,夏季随着太阳的进一步加强,而进入一年中高温时段,月平均 SST 呈南高北低的分布特征。秋季,太阳辐射逐步减少,冷空气的影响逐步加强,广西沿海海区水温也随之降低,北部海区的降温幅度大。冬季,为广西沿海海区水温最低的季节,月平均 SST 还是呈南高北低的分布特征,完全呈现随纬度降低而升高的分布特征。

(5)近 10 年,涠洲岛站各月的月平均水温之间的差距比较小,北海站次之,防城港站各月月平均水温之间的差距比较大,这是由于涠洲岛站所在的纬

度比较低,常年受太阳辐射比较均匀,表层海水温度变化幅度比较小,相反,防城港站所在纬度比较高一些,常年受到的太阳辐射不均一,海水温度变化幅度比较大。

(6)近 10 年,广西沿海 3 个测站 SST 年平均水温的变化规律基本上相似:都是在 1998 年、2001 年、2003 年和 2006 年出现高峰,在 2000 年、2005 年出现低谷。但是,在 3 个监测站中,涠洲岛的水温总是最高的,防城港的水温总是最低的。

参考文献:

- [1] 郭伟其,沙伟,沈红梅,等.东海沿岸海水表层温度的变化特征及变化趋势[J].海洋学报,2005,27(5): 1-8.
- [2] 夏华永,古万才.广西沿海海洋站观测海水温度的统计分析[J].海洋通报,2000,19(4): 15-21.
- [3] 吴迪生,闫敬华,张红梅,等.南海夏季风爆发日期与次表层水温对夏季风的影响[J].热带海洋学报,2004,23(1): 9-15.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 451 页 Continue from page 451)

行投喂的处理组 b 和处理组 c,在 Z₅~M 的变态发育阶段,死亡率显著低于不经鱼油强化丰年虫投喂的处理组 a 和对照组。青蟹幼体发育过程中,甘油三酯和磷脂是主要的脂类组成,两者在总脂中的比例呈现出相反的变化趋势^[7]。由于青蟹幼体在变态到大眼所需要的大量能量来源于甘油三酯,而甘油三酯主要积累于溞状幼体阶段^[5]。鱼油的特征脂肪酸是富含 ω₃ 系的多不饱和脂肪酸(PUFA),如 EPA(二十碳五烯酸)和 DHA(二十二碳六烯酸)。在青蟹幼体发育过程中,一般认为饵料中 DHA 含量不足是影响幼体存活、发育和变态的关键因子之一^[8]。在用鱼油强化丰年虫后对幼体进行投喂,从而使幼体对 PUFA 有了更多积累的可能,而同时使降低 Z₅ 变态到 M 的死亡率成为可能。

3.3 螺旋藻和鱼油强化丰年虫共同投喂的效果

处理组 c 在投喂螺旋藻和鱼油强化的丰年虫后,在 Z₅~Z₆ 的变态过程中,死亡率仅为 2.96%,明显低于分别投喂螺旋藻和鱼油强化丰年虫的处理组。这可能与螺旋藻所含的某些营养元素与鱼油所含的一些营养元素协同作用,降低了幼体的变态死亡率。而在 Z₄~Z₅ 和 Z₅~M 的变态过程中死亡率则为 4.49% 和 9.05%,与投喂螺旋藻处理组 a 并无显著差异,其可能原因是幼体对某些营养元素的积累而降低了这种协同作用,从而表现不明显。然而,是协同作用还是其他原因引起的这种结果则需更多的实验进行验证分析。

3.4 生产建议

综上所述,螺旋藻和鱼油对锯缘青蟹苗种培育具有重要作用。在该实验中,结合螺旋藻和鱼油投喂能提高 Z₅~M 幼体变态率,实验效果最好。在生产应用中的 Z₅~M 的培育过程中,可以在不同阶段对投喂进行合理调整,如在 Z₃~Z₄ 利用两种营养进行补充, Z₄~Z₅ 单纯以螺旋藻作为补充营养,而在 Z₅~M 在两种营养共同对幼体进行补充,降低青蟹苗种生产过程的变态死亡率,稳定生产。

参考文献:

- [1] 曾朝曙,李少菁.锯缘青蟹幼体实验生态研究 I. 饵料对幼体存活与发育的影响[C].甲壳动物学论文集: 第三辑.青岛:青岛海洋大学出版社,1990: 85-94.
- [2] 刘惠芳.螺旋藻在饲料工业中的应用[J].动物科学与动物医学,2001,18(2): 62-65.
- [3] 顾天青,张慧苗,张金星,等.螺旋藻在对虾育苗中的应用[M].海洋科学,1989,5(3): 48-51.
- [4] 陈国俊.螺旋藻在河蟹育苗中的应用[J].科学养鱼,1995(12): 34.
- [5] 翁幼竹.锯缘青蟹幼体物质代谢与营养需求的研究[D].厦门:厦门大学博士学位论文,1999.
- [6] 戴卫平,顾建洪,杨信明.螺旋藻在河蟹育苗上的应用[J].淡水渔业,2000,30(9): 28-29.
- [7] 艾春香,林琼武,王桂忠,等.锯缘青蟹的营养需求及其健康养殖[J].福建农业学报,2005,20(4): 222-227.
- [8] 翁幼竹,李少菁,王桂忠.从锯缘青蟹幼体及饵料的含脂情况探讨其脂肪需求[J].海洋学报,2003,25(Sup2): 88-94.

(责任编辑: 邓大玉)