

Effect of Enriching Broodstock on Gonad Development and Larval Quality of Female *Procambarus clarkia*

Guobin Ni¹, Zhijun Liu², Zhifeng Huang¹

¹Chongming Fisheries Technical Extension Station, Shanghai

²Shanghai Fisheries Technical Extension Station, Shanghai

Email: 137393438@qq.com, ljs1949@163.com

Received: Sep. 11th, 2018; accepted: Sep. 23rd, 2018; published: Sep. 30th, 2018

Abstract

A nutrition enrichment feeding experiment was conducted to evaluate the effect of nutrition enrichment on the biochemical composition, reproductive performance and larval quality of *Procambarus clarkia*. The results showed that: After a period of feeding, the contents of moisture, protein and carbohydrate were all found to be decreased in the ovary of both enriched and control groups, but the lipid contents of both groups were all increased. Furthermore, the lipid content in ovary as well as the GSI of the enriched group were significantly higher than the control, which indicated that nutrition enrichment can promote the ovarian development obviously ($P < 0.05$). The HSI, GSI as well as the contents of lipid and protein in hepatopancreas of both groups were all decreased with significant differences in the lipid and protein contents, but the moisture and carbohydrate content of both groups were all obviously increased, and the lipid content of enriched group was markedly higher than the control. Though no significant difference was found in egg production between the two groups, the survival, vigorous rate and egg weight of the enriched group were significantly higher than the control. As for larval quality, the body length, weight and weight gain rate (WGR) of the enriched group were significantly higher than the control, and the enriched group revealed relatively shorter intermolt periods among the first three molts in the individual feeding experiment.

Keywords

Crayfish (*Procambarus clarkia*), Enriching Broodstock, Gonad Development

营养强化对雌性克氏原螯虾性腺发育及幼虾生长的影响

倪国彬¹, 刘智俊², 黄志峰¹

¹崇明县水产技术推广站, 上海

²上海市水产技术推广站, 上海

Email: 137393438@qq.com, ljs1949@163.com

收稿日期: 2018年9月11日; 录用日期: 2018年9月23日; 发布日期: 2018年9月30日

摘要

本实验系统研究了亲本营养强化培育对克氏原螯虾的卵巢及肝胰腺生化组成的影响, 并比较了其生殖性能和初孵幼虾早期生长性能差异。结果表明: 经过培育, 营养强化组和对照组卵巢中水分含量、总蛋白含量和总糖含量相比实验开始时均有降低, 脂类含量均有升高, 并且营养强化组的脂类含量显著高于对照组, 结合卵巢指数可知, 营养强化能够显著加快克氏原螯虾的卵巢发育进程($P < 0.05$)。营养强化组和对照组的卵巢肝胰腺指数相对起始略有上升, 就生化组成来说, 肝胰腺组织中水分含量显著下降, 总脂和总蛋白含量显著上升, 总糖含量下降, 其中脂类含量营养强化组要高于对照组。营养强化组和对照组的抱卵量无显著差异, 但强化组亲本存活率、怀卵率和平均单卵重均显著高于对照组。营养强化组的初孵幼虾的体长、体重及28 d生长率显著高于对照组, 而单养实验表明, 营养强化组幼虾的前三次蜕壳间期要显著短于对照组。

关键词

克氏原螯虾, 营养强化, 性腺发育

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

克氏原螯虾(*Procambarus clarkia*), 俗称小龙虾, 原产于美国东南部和墨西哥, 随着人类的活动和自然扩散逐渐分布到世界各地, 我国于上世纪二十年代首先在南京引进, 后扩散到全国, 在整个长江流域广泛分布, 已经成为我国重要的水产资源之一[1] [2]。近年来, 克氏原螯虾人工养殖也规模逐渐扩大, 到2016年时, 养殖产量达到了85.23万吨, 超越中华绒螯蟹和南美白对虾成为我国产量最高的淡水经济甲壳类动物。2012~2016年, 我国克氏原螯虾养殖面积由600余万亩增长至超过1000万亩, 而产量则仅由55万吨增长至85万吨[3], 苗种供应不足成为制约克氏原螯虾养殖产业发展的重要因素之一, 为了获得量产和优质的克氏原螯虾虾苗, 亲本繁殖前的营养强化培育必不可少, 亲本性腺发育状况和子一代养殖性能是评价水产动物质量的重要指标, 而成活率, 增重率和蜕壳时间及一致性是评价甲壳动物苗种质量的重要指标[4] [5]。因此本实验系统研究了亲本营养强化培育对克氏原螯虾的卵巢及肝胰腺生化组成的影响, 并比较了其生殖性能和初孵幼虾早期生长性能差异, 以期对克氏原螯虾的亲本培育提供一定的理论指导依据。

2. 材料和方法

2.1. 克氏原螯虾亲本采集

实验用虾与2015年2月底取自于上海市崇明县水产技术推广站。实验开始前挑选20只雌虾进行称

重测量并解剖，用于确定起始卵巢发育情况，精心挑选出附肢健全，活力较强，体重接近的雌虾 60 只用于实验，经过随机取样解剖后计算卵巢指数，确定实验用虾卵巢发育基本处于二期或三期。

2.2. 克氏原螯虾亲本养殖

将虾随机分为 2 组，每组 30 只，分为三个平行，养殖于 100 升带循环系统水族箱中，养殖时间 4 周。对照组每日投喂由鱼粉、豆粕、玉米粉、小麦粉混合而成的饲料，强化组除了投喂饲料外，隔天按体重 5% 投喂新鲜缢蛭。

2.3. 卵巢及肝胰腺生化分析

统计各实验组克氏原螯虾的成活率。同时擦干体表水分，用电子称称量各实验组克氏原螯虾的总重。每个饲料组随机取 10 只用于解剖和脂类分析。准确称取每个样品体重后立即活体解剖，取出肝胰腺、性腺准确称重，计算卵巢指数和肝胰腺指数[6]。

$$\text{卵巢指数(GSI)} = \text{卵巢质量(g)} \times 100/\text{体质量(g)} \quad (1)$$

$$\text{肝胰腺指数(HSI)} = \text{肝胰腺质量(g)} \times 100/\text{体质量(g)} \quad (2)$$

按 GB643586 方法 105℃ 烘干测定水分，按 GB643286 用凯氏定氮法测定蛋白质含量，使用 folch 法提取总脂含量，苯酚硫酸法测定总碳水化合物含量。

2.4. 亲本生殖性能和幼虾生长性能测定

各实验组完成卵巢及肝胰腺生化分析样品采集后，继续养殖直至抱卵虾出现，统计抱卵量、平均单卵重和生殖力等指标[7]。

$$\text{生殖力} = \text{抱卵量}/\text{体质量} \quad (3)$$

$$\text{平均单卵质量} = \text{卵质量}/\text{抱卵量} \quad (4)$$

此外在营养强化组和对照组分别选取 5 只抱卵虾单独饲养，直至幼体孵化，每组分别进行收集 100 只幼虾进行群养实验，另每组分别收集 10 只幼虾单养实验，在实验起始时使用台测微尺测定幼虾体长、体重。群养实验中每两周记录一次幼虾体重，单养实验中记录幼虾的蜕壳周期，比较两组幼虾的生长性能。

2.5. 数理统计

采用 SPSS 17.0 软件对实验数据进行统计分析，采用 ANOVA 对多个结果进行方差分析，采用 Tukeys 法进行多重比较，采用独立方差 t 检验分析两个结果差异，取 $P < 0.05$ 为差异显著。

3. 结果

3.1. 营养强化对卵巢和肝胰腺生化组成的影响

随着卵巢的发育，卵巢指数相比起始均显著上升，其中营养强化组的卵巢指数显著高于对照组，从生化成分来看，相比起始，水分含量、总蛋白含量和总糖含量均降低，脂类含量升高，并且营养强化组的脂类含量显著高于对照组。在卵巢发育早期中，卵巢组织中蛋白含量最高，其次为脂肪，含量最低为糖类。随着卵巢进一步发育，生化成分中脂类含量升高，而其他组成下降，结合卵巢指数可知，营养强化能够显著加快克氏原螯虾的卵巢发育进程(见表 1)。

实验结束时两个实验组的肝胰腺指数相对起始均略有上升，营养强化组的肝胰腺指数显著高于对照组，就生化组成来说，肝胰腺组织中水分含量显著下降，总脂和总蛋白含量显著上升，总糖含量下降，其中脂类含量营养强化组要显著高于对照组(见表 2)。

3.2. 营养强化对亲本生殖力的影响

营养强化组亲本的存活率和怀卵率均高于对照组，两组的抱卵量均为 300 粒左右，无显著差异，而营养强化组的平均单卵重为 5.46 mg，显著高于未营养强化组的 4.91 mg (见表 3)。

Table 1. Chemical composition of ovary of enriching and control groups

表 1. 营养强化对亲本卵巢生化组成的影响

	起始	营养强化	对照
体重(g)	30.77 ± 8.91 ^a	32.04 ± 1.17 ^{ab}	31.08 ± 1.82 ^b
卵巢重(g)	0.31 ± 0.14 ^a	1.10 ± 0.22 ^b	0.87 ± 0.35 ^c
卵巢指数	1.14 ± 0.66 ^a	3.53 ± 0.76 ^b	2.79 ± 0.82 ^c
水分(%)	70.53 ± 0.78 ^a	62.12 ± 1.41 ^b	69.32 ± 1.47 ^c
总脂(%干重)	33.42 ± 8.10 ^a	41.71 ± 2.10 ^b	38.06 ± 4.22 ^c
总蛋白(%干重)	46.79 ± 4.93 ^a	40.23 ± 1.32 ^b	42.76 ± 0.54 ^c
总糖(%干重)	5.93 ± 0.04 ^a	2.47 ± 0.31 ^b	3.84 ± 0.17 ^c

注：同一列数据上标不同英文字母表示有显著差异($P < 0.05$)。

Table 2. Chemical composition of hepatopancreas of enriching and control groups

表 2. 营养强化对亲本肝胰腺生化组成的影响

	起始	营养强化	对照
体重(g)	30.77 ± 8.91 ^a	32.04 ± 1.17 ^{ab}	31.08 ± 1.82 ^b
肝胰腺重(g)	1.09 ± 0.16 ^a	1.25 ± 0.16 ^b	1.21 ± 0.34 ^c
肝胰腺指数	3.86 ± 1.37 ^a	4.14 ± 1.19 ^b	3.89 ± 0.83 ^c
水分(%)	46.68 ± 0.54 ^a	39.54 ± 3.54 ^b	41.72 ± 4.27 ^c
总脂(%干重)	68.59 ± 2.16 ^a	62.17 ± 2.35 ^b	57.23 ± 4.62 ^c
总蛋白(%干重)	15.78 ± 1.51 ^a	26.83 ± 2.33 ^b	25.71 ± 2.12 ^b
总糖(%干重)	3.19 ± 0.21 ^a	1.98 ± 0.18 ^b	1.84 ± 0.23 ^b

注：同一列数据上标不同英文字母表示有显著差异($P < 0.05$)。

Table 3. Effects of nutritional enhancement on parental fecundity of female *Procambarus clarkia*

表 3. 营养强化对亲本生殖力的影响

	营养强化	对照
存活率	70%*	65%*
怀卵率	70%*	60%*
卵重(g)	1.60 ± 0.38*	1.37 ± 0.26*
抱卵量(粒)	296.2 ± 66.4	282.2 ± 50.72
生殖力(粒/g)	11.46 ± 2.48*	10.93 ± 1.94*
单卵重(mg)	5.46 ± 0.87*	4.91 ± 0.21*

注：*表示同一列数据间有显著差异($P < 0.05$)。

Table 4. Effects of nutrition enhancement on early growth of *Procambarus clarkia***表 4.** 营养强化对苗种早期生长的影响

	营养强化	对照
初孵体长(mm)	14.72 ± 0.96	14.68 ± 1.31
14 d 体长(mm)	21.92 ± 1.43	19.27 ± 0.62
28 d 体长(mm)	61.63 ± 2.99*	58.14 ± 3.35*
初孵体重(g)	0.066 ± 0.016*	0.059 ± 0.013*
14 d 体重(g)	0.21 ± 0.047*	0.15 ± 0.011*
28 d 体重(g)	5.62 ± 0.95*	4.70 ± 1.12*
群养存活率	43%	57%
第一次蜕壳间期(d)	3.25 ± 0.43*	4.75 ± 0.66*
第二次蜕壳间期(d)	6.75 ± 0.82*	7.5 ± 1.41*
第三次蜕壳间期(d)	9.14 ± 1.55*	9.71 ± 1.27*
第四次蜕壳间期(d)	10.8 ± 1.16	10.5 ± 0.76

注: *表示同一列数据间有显著差异($P < 0.05$)。

3.3. 营养强化对克氏原螯虾苗种质量影响

营养强化的亲本的卵单卵重显著高于对照组,与之相对应的初孵幼体体重也显著的高于未强化个体,同时强化幼体的 28 d 生长率也显著高于未强化个体。单养实验表明,营养强化后幼体的前三次蜕壳间期要显著缩短,其中营养强化组幼虾的平均第一次蜕壳时间 3.25 ± 0.43 d,比对照组提前一天以上,且幼虾蜕壳的同步性要高于对照组。虽然营养强化能有效提高幼体的生长性能,然而幼虾的自相残杀行为为更加严重,群养实验的存活率仅为 43%,低于未营养强化个体(见表 4)。

4. 讨论

在甲壳动物繁育过程中,雌性亲本显得更为重要,雌性性腺发育良好将为一代的培育奠定坚实的基础,克氏原螯虾在胚胎发育过程中所需的营养成分,完全由卵提供,亲本在产卵前将大部分营养物质由肝胰腺转移至卵巢,因此,亲本卵巢发育的好坏直接关系到胚胎发育的顺利与否。大量研究表明,虾蟹类亲本的营养状况极大影响着其生殖性能、苗种质量[8]。因此在卵巢发育启动前对亲本进行培育,有助于提高子一代的质量[9]。

随着卵巢的发育,卵巢中的总脂含量不断增加,卵巢成熟后达最大值[10]。在对其他甲壳动物的研究中,发现其卵巢中的脂肪合成速度远低于脂肪积累速度,肝胰腺是虾蟹类营养物质的消化和储存器官,它的脂类代谢和虾蟹类的生长和生殖关系密切[11]。对于绝大多数甲壳动物而言,卵巢发育过程中,卵巢中蛋白质和脂肪数量的增加和肝胰腺中蛋白和脂肪的减少具有明显相关[12],卵巢中必需脂肪酸的增加和肝胰腺中脂肪酸的减少密切相关,所以,甲壳动物雌性亲本卵巢中的脂肪积累很大程度依赖饵料和肝胰腺的积累[13]。

在本研究中,营养强化的亲本所产的卵单卵重显著高于未强化个体,与之相对应的,初孵幼体的体长和体重也显著的高于未强化个体,子一代的生长速度,增重率和存活率均要优于未营养强化的对照组,这表明克氏原螯虾虽然属于偏植食性甲壳动物,在亲本育肥期间适量投喂动物性饵料能显著提高亲本的

生殖性能和苗种质量。

基金项目

科技兴农项目《克氏原螯虾规模化繁育与多元化养殖技术》。

参考文献

- [1] 慕峰, 成永旭, 吴旭干. 世界淡水螯虾的分布与产业发展[J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(1): 64-72.
- [2] 徐加涛, 阎斌伦, 徐国成. 克氏原螯虾产业发展背景、现状与展望[J]. 水产科技情报, 2011, 38(4): 172-176, 180.
- [3] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业年鉴 2016 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 55-57.
- [4] He, J., Wu, X., Li, J., *et al.* (2014) Comparison of the Culture Performance and Profitability of Wild-Caught and Captive Pond-Reared Chinese Mitten Crab (*Eriocheir sinensis*) Juveniles Reared in Grow-Out Ponds: Implications for Seed Selection and Genetic Selection Programs. *Aquaculture*, **434**, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.07.022>
- [5] Wu, X., Cheng, Y., Zeng, C., *et al.* (2010) Reproductive Performance and Offspring Quality of Wild-Caught and Pond-Reared Swimming Crab, *Portunus trituberculatus* Broodstock. *Aquaculture*, **301**, 78-64. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.01.016>
- [6] 李胜, 赵维信. 克氏原螯虾大颚器在卵巢发育周期中的组织结构变化[J]. 上海海洋大学学报, 1999(1): 12-18.
- [7] Medina, A., Vila, Y., Mourente, G. and Rodrgueze, A. (1996) A Comparative Study of the Ovarian Development in Wild and Pond-Reared Shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). *Aquaculture*, **148**, 63-75.
- [8] Vogt, G., Storch, V., Quinitio, E.T., *et al.* (1985) Midgut Gland as Monitor Organ for the Nutritional Value of the Diets in *Penaeus monodon* (Decapoda). *Aquaculture*, **48**, 1-12. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90047-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90047-X)
- [9] 吴旭干. 三疣梭子蟹生殖性能和幼体质量评价及其与脂类营养的关系[D]: [博士学位论文]. 上海: 上海海洋大学, 2010.
- [10] 成永旭, 堵南山, 赖伟. 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[J]. 水产学报, 2000, 24(2): 113-118.
- [11] Mikami, S. and Greenwood, J.G. (1994) Functional Morphology and Cytology of the Phyllosomal Digestive System of *Ibacus ciliatus* and *Panulirus japonicus*. *Crustaceana*, **67**, 212-225. <https://doi.org/10.1163/156854094X00576>
- [12] 成永旭, 李少菁, 王桂忠, 等. 锯缘青蟹卵黄发生期卵巢和肝胰腺脂类的变化[J]. 海洋学报, 2001, 23(3): 66-77.
- [13] 于志勇, 吴旭干, 成永旭, 等. 中华绒螯蟹第二次卵巢发育过程中肝胰腺和卵巢中主要生化成分的变化[J]. 水生生物学报, 2007, 31(6): 45-52.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1443, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojfr@hanspub.org