

曹 昆,李杰雄,韩晓磊,等. 克氏原螯虾选育后代生长特性的初步研究[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):279-281.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.082

克氏原螯虾选育后代生长特性的初步研究

曹 昆^{1,2}, 李杰雄¹, 韩晓磊¹, 徐建荣¹

(1. 常熟理工学院生物与食品工程学院,江苏常熟 215500; 2. 苏州大学基础医学与生物科学学院,江苏苏州 215123)

摘要:将抱卵克氏原螯虾的离体幼虾按体质量分为大、中、小 3 组,进行 2 次选育,每次试验均设 3 个平行组,进行选育后代生长特性的研究。结果表明:各种规格幼虾培育 40 d 后,体质量和体长均有极显著变化($P < 0.01$),存活率均超过 50%,大规模幼虾增质量率和体长增长率显著高于其他规格幼虾($P < 0.01$)。继续培育 40 d 后发现,大规模螯虾之间的大小差异在减小,而 3 种规格螯虾种群之间的竞争更加强烈,存活率均低于 50%,尤其大规模螯虾之间尤为突出。小规模螯虾的增质量率和体长增长率显著高于其他规格螯虾($P < 0.01$)。

关键词:克氏原螯虾;选育后代;生长特性

中图分类号: S966.12*9.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0279-03

克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*),俗称淡水小龙虾,原产于墨西哥东北部和美国中南部^[1]。1981 年,由美国引进日本,1929 年又由日本传入我国江苏南京附近^[2],现已广泛分布于全国,成为我国一种重要的淡水虾类资源,深受国内外市场欢迎^[3]。目前,人工养殖所需的虾苗大多是从天然水域捕捞或是依靠上年养殖的留塘虾进行自主繁育^[4]。由于缺乏

系统的良种保持和选育技术体系,这样的虾苗品质参差不齐,生长速率不一,产量低。为了进一步开发利用克氏原螯虾,提高其后代优良品质,本试验对克氏原螯虾选育后代生长特性进行了研究,为克氏原螯虾的选择育种提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

从常熟理工学院谢桥基地采集抱卵克氏原螯虾若干尾,试验前暂养 10 d。暂养期间养殖用水为曝气 24 h 的自来水,以增氧泵增氧,并每天适时投喂配合饲料。试验于 2014 年在常熟理工学院笃行楼实验室进行。试验用克氏原螯虾抱卵虾个体(33.41 ± 5.23) g,要求颜色暗红或深红、附肢齐全、活动能力强、体质健壮。

收稿日期:2015-01-27

基金项目:江苏省海洋与渔业局水产三项工程项目(编号:PI2011-58),苏州市基础研究项目(编号:SYN201120)。

作者简介:曹 昆(1986—),男,江苏南通人,硕士研究生,主要从事克氏原螯虾人工养殖研究。E-mail:1275776517@qq.com。

通信作者:徐建荣,教授,主要从事水产繁殖、养殖与遗传育种研究。E-mail:xujrcs@163.com。

渗出导致精子内外渗透压变化也会导致精子的冻存损伤。

虽然目前在冷冻稀释液、抗冻剂、降温速率以及激动方法等方面还没有统一标准,但随着精液超低温保存技术的不断发展,使得精子冻存后的损伤大大减小,这项技术会更加完善。

参考文献:

- [1] 曾繁振,俞小牧,童金苟. 三个鲤品种微卫星丰度与遗传多样性分析[J]. 水生生物学报,2013,37(5):967-973.
- [2] Linhart O, Rodina M, Cosson J. Cryopreservation of sperm in common *Carp cyprinus carpio*; sperm motility and hatching success of embryos[J]. Cryobiology, 2000, 41(3):241-250.
- [3] Pan J L, Ding S Y, Ge J C, et al. Development of cryopreservation for maintaining yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* sperm[J]. Aquaculture, 2008, 279(1/2/3/4):173-176.
- [4] Ding S, Ge J, Hao C, et al. Long-term cryopreservation of sperm from Mandarin fish *Siniperca chuatsi*[J]. Animal Reproduction Science, 2009, 113(1/2/3/4):229-235.
- [5] Dreanno C, Suquet M, Quemener L, et al. Cryopreservation of turbot (*Scophthalmus maximus*) spermatozoa[J]. Theriogenology, 1997, 48(4):589-603.

- [6] Chen S L, Ji X S, Yu G C, et al. Cryopreservation of sperm from turbot (*Scophthalmus maximus*) and application to large-scale fertilization[J]. Aquaculture, 2004, 236(1/4):547-556.
- [7] Fauvel C, Suquet M, Dreanno C, et al. Cryopreservation of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa in experimental and production simulating conditions[J]. Aquatic Living Resources, 1998, 11(6):387-394.
- [8] Palmer P J, Blackshaw A W, Garrett R N. Successful fertility experiments with cryopreserved spermatozoa of barramundi, Lates calcarifer (*Bloch*), using dimethylsulfoxide and glycerol as cryoprotectants[J]. Reproduction Fertility and Development, 1993, 5(3):285-293.
- [9] Richardson G F, Wilson C E, Crim L W, et al. Cryopreservation of yellowtail flounder (*Pleuronectes platessa*) semen large straws[J]. Aquaculture, 1999, 174(1/2):89-94.
- [10] 陈松林; 刘宪亭; 鲁大椿. 鲢、鲤、团头鲂和草鱼精液冷冻保存的研究[J]. 动物学报, 1992, 38(4):413-424.
- [11] 张轩杰, 张良平, 沈晓勤. 鱼类冷冻精子结构变异的电子显微镜研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 1991, 14(2):160-164.
- [12] 侯明佳, 刘睿智. 精子冻存损伤[J]. 中国优生与遗传杂志, 2005, 13(4):5-6, 12.

1.2 方法

1.2.1 抱卵母体培育 将抱卵克氏原螯虾母体置于培养缸(85 cm×50 cm×25 cm)中进行养殖,培养缸中放入适量的隐蔽物,日换水量为原水的 1/3,每天水循环 2 h,并定时定点投喂配合饲料。培养至幼体自行离开母体而独立生活。

1.2.2 幼虾选育试验 将离体的幼虾根据体质量分为大、中、小 3 组。每组随机挑选 60 尾幼虾进行养殖,养殖前随机挑选 10 尾幼虾测量并记录体质量、体长(眼柄基部至尾尖的距离),计算每组体质量变异系数和体长变异系数。每组均设 3 个平行组。投喂配合饲料,每天投喂量为虾体质量的 6%~8%。每天在 07:00、12:00、17:00、22:00 这 4 个时间点,根据幼虾摄食情况进行投喂,发现死虾和残余饲料及时清除。养殖 40 d 后捞出所有虾,统计每组幼虾的尾数,并随机选取 30 尾幼虾测量并记录终末体质量、终末体长,计算每组体质量变异系数、体长变异系数、存活率、增质量率和体长增

长率。并从每组中随机选取 30 尾幼虾按原来的培育方法继续养殖,40 d 后再统计每组螯虾的尾数,测量并记录所有虾的终末体质量、终末体长,计算每组体质量变异系数、体长变异系数、存活率、增重率和体长增长率。

2 结果

2.1 培养 40 d 后不同规格幼虾生长性状比较

由表 1 可见,经过 40 d 的培育,刚离开母体的幼虾生长差异极显著($P<0.01$),大规格幼虾的变异系数较大。40 d 培育后,各组幼虾之间的生长差异极显著($P<0.01$),而且体质量和体长均发生明显变化,尤其大规格幼虾生长增质量最明显。从体质量变异系数和体长变异系数来看,大规格幼虾的变异系数最大,小规格幼虾其次,最小的是中等规格幼虾。各规格幼虾变异系数均比试验前提高,尤其大规格幼虾的变异系数变化最大。

表 1 培育 40 d 各组幼虾的生长特性比较

组别	初始体质量(g)	终末体质量(g)	初始体质量变异系数(%)	终末体质量变异系数(%)	初始体长(cm)	终末体长(cm)	初始体长变异系数(%)	终末体长变异系数(%)
大规格幼虾	1.60±0.47a	5.92±4.85a	29.38	81.93	3.27±0.29a	4.84±1.03a	8.87	21.28
中等规格幼虾	0.83±0.12b	1.90±0.48b	14.46	25.26	2.51±0.19b	3.55±0.33b	7.57	9.30
小规格幼虾	0.40±0.10c	0.60±0.22c	25.00	36.67	1.95±0.14c	2.44±0.50c	7.18	20.49

注:大规格幼虾体质量>1.0 g;中等规格幼虾体质量 0.6~1.0 g;小规格幼虾体质量<0.6 g。同列中标有不同小写字母者表示组间差异显著($P<0.05$),标有相同小写字母者表示组间差异不显著($P>0.05$),下同。

2.2 培养 80 d 后不同规格幼虾生长性状比较

由表 2 可见,经过 80 d 选育,各种规格螯虾长势差异极显著($P<0.01$),体质量和体长均发生明显变化,尤其大规格

螯虾生长增质量最明显。而体质量变异系数和体长变异系数均降低,其中大规格螯虾变异系数变化最大,中等规格螯虾变异系数最低。

表 2 培育 80 d 各组虾的生长特性比较

组别	初始体质量(g)	终末体质量(g)	初始体质量变异系数(%)	终末体质量变异系数(%)	初始体长(cm)	终末体长(cm)	初始体长变异系数(%)	终末体长变异系数(%)
大规格幼虾	5.92±4.85a	12.13±3.60a	81.93	29.68	4.84±1.03a	6.29±0.61a	21.28	9.70
中等规格幼虾	1.90±0.48b	6.21±0.69b	25.26	11.11	3.55±0.33b	5.09±0.15b	9.30	29.47
小规格幼虾	0.60±0.22c	3.42±1.69c	36.67	49.42	2.44±0.50c	4.00±0.70c	20.49	17.50

注:大规格幼虾体质量>3.8 g;中等规格幼虾体质量 1.4~3.8 g;小规格幼虾体质量<1.4 g。

2.3 选育培养后不同规格幼虾生长情况

培育 40 d 各组幼虾存活率均超过 50%,而培育 80 d 各组螯虾存活率均低于 50%,且 2 次选育中小规格螯虾存活率极显著高于其他规格螯虾($P<0.01$),大规格螯虾存活率最低(图 1)。

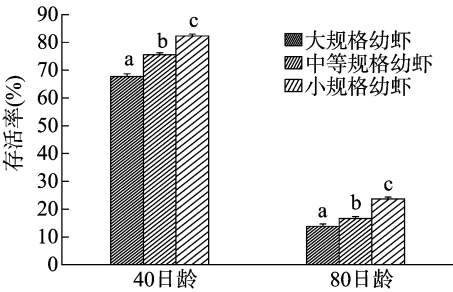


图 1 不同时期各种规格螯虾存活率

培育 40 d 各组幼虾中仅小规格幼虾增质量率未超过 50%,且大规格幼虾增质量率极显著高于其他组($P<0.01$)。而培育 80 d 各组螯虾增质量率均高于 100%,且小规格螯虾

增质量率极显著高于其他组($P<0.01$)。培育 80 d 各组螯虾中的中等规格螯虾和小规格螯虾增质量率均高于培育 40 d 各组幼虾中的中等规格幼虾和小规格幼虾(图 2)。

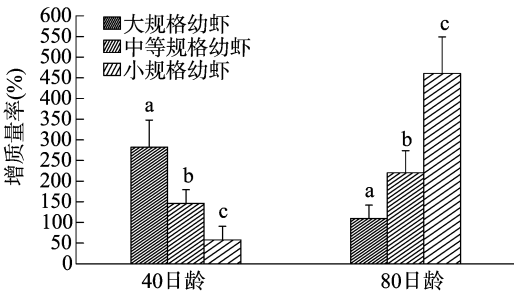


图 2 不同时期各种规格螯虾增质量率

培育 40 d 各组幼虾体长增长率均低于 50%,且大规格幼虾体长增长率极显著高于其他组($P<0.01$)。培育 80 d 各组幼虾中的大规格螯虾和中等规格螯虾体长增长率均低于 50%,而小规格螯虾体长增长率达到 63.93%。培育 80 d 各组幼虾中的大规格螯虾体长增长率低于培育 40 d 各组幼

中的大规格幼虾(图 3)。

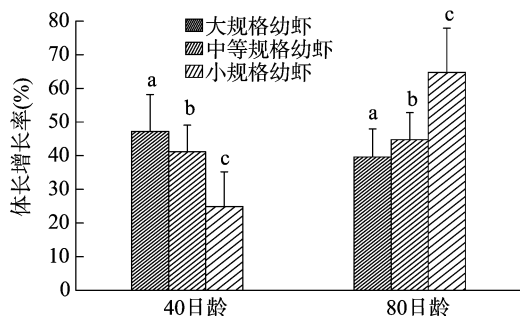


图3 不同时期各种规格蟹虾体长增长率

3 分析与讨论

3.1 2 次选育不同规格幼虾生长性状分析

通过测量离体幼虾的体质量和体长,发现各种规格生长差异极显著($P < 0.01$)。未离开母体的幼虾个体较小、易聚团,不利于进行试验,只能选发育完全并自动离开母体的幼虾。试验结果也显示用离体的幼虾进行选育试验比较合适。各规格幼虾培育 40 d 后,体质量和体长均有极显著变化($P < 0.01$),大规格幼虾体质量和体长增长最为显著($P < 0.01$),表明幼虾个体越大,体质越优,生长越快。变异系数是反映群体中蟹虾规格差异大小的指标,变异系数越大,蟹虾个体间规格相差越悬殊^[5]。选育培养 40 d 的大规格幼虾变异系数高达 81.93%,说明个体间差异最大,是商品虾的理想选育对象。而中等规格幼虾变异系数 25.26%,说明个体间差异最小,是克氏原螯虾家系的最佳选择对象。连续培养 40 d 后,蟹虾规格越大,体质量和体长增长越显著($P < 0.01$),表明大规格的克氏原螯虾本身体质较优,生长依旧较快。而且此时大规格蟹虾变异系数 29.68%,中等规格蟹虾变异系数 11.11%,小规格蟹虾变异系数 49.42%,说明随着培养时间延长,大规格蟹虾之间的大小差异在减小,这可能与虾的体质、生长极限等有关,大规格蟹虾体格较强壮,在竞争中占优势,可以获得更多的食物,所以长得比其他规格虾快,但随着养殖时间的延长,大虾的生长已经接近极限,无法再快速生长,而较小的虾则可以继续生长,差异在减小。从变异系数来看,中等规格蟹虾的变异系数依然是最适合用于选育家系的。熊青海等研究指出,变异系数的增大会降低蟹虾的市场价值^[5],因此克氏原螯虾幼仔经过 80 d 的培育可以采取捕大留小的方式分批上市,提高经济效益。

3.2 试验条件下克氏原螯虾个体间竞争现象分析

克氏原螯虾种内斗争不只发生于成虾^[6]之间,亚成虾^[7]和仔虾^[8]也会为了食物、氧分、隐蔽场所等资源产生激烈的格斗。培育 80 d 的幼虾社会性行为显著^[9],通过种内斗争形成较稳定的优势等级^[10]。试验中幼虾培育存活率反映了克氏原螯虾群体内的斗争强度。试验结果表明存活率与幼虾规格密切相关,幼虾规格越大,存活率总体上呈下降趋势;培育 80 d 各组蟹虾种群之间的竞争相比培育 40 d 各组幼虾之间的竞争更加强烈,大规格蟹虾之间尤为突出。由于克氏原螯

虾具有明显的优势等级制度,在争夺种群中的社会地位以及食物、空间的优先权和所有权时,个体间往往会发生对抗^[6,9,11],幼虾规格越大这种现象越明显。培育 40 d 大规格幼虾增质量率和体长增长率极显著高于其他规格幼虾($P < 0.01$),表明在实验室有限的培育条件下,大规格幼虾之间竞争相对比较激烈,弱势个体在试验中被淘汰,使得存活下来的个体拥有相对大的生存空间,存活到试验结束的个体均为优质个体,生长相对比较好。随着培养时间延长,发现培育 80 d 小规格蟹虾的增质量率和体长增长率均极显著高于其他组($P < 0.01$),表明实验室培育的克氏原螯虾规格越大,个体间的相互接触和打斗增加,身体的大部分能量消耗在争夺隐蔽场所、食物和对抗上,用于生长的能量相对减少^[12]。因此在克氏原螯虾培育时要采取适当的措施,如要合理安排培育幼虾的密度、定时投喂饵料、适当增加遮蔽物的数量等,降低幼虾之间的斗争强度,提高养殖成活率。

参考文献:

- [1] Huner J V. *Procambarus* in North America and elsewhere [M]. London: Croom Helm Ltd, 1988: 239 - 261.
- [2] 朱玉芳, 崔勇华, 戈志强, 等. 克氏原螯虾抱卵与非抱卵孵化比较研究[J]. 水利渔业, 2002, 22(4): 16 - 17.
- [3] 李 飞, 李喜莲, 贾永义, 等. 克氏原螯虾家系建立及幼虾生长比较的初步研究[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(1): 38 - 43.
- [4] 黄鲜明, 朱俊杰, 李 飞, 等. 克氏原螯虾室内人工育苗技术[J]. 安徽农学通报: 下半月刊, 2011, 17(12): 72, 79.
- [5] 熊青海, 陈 婷, 李佳佳, 等. 亲缘关系对克氏原螯虾仔种内斗争的影响[J]. 水产科学, 2011, 30(5): 291 - 294.
- [6] Figler M H, Blank G S, Peeke H S. Shelter completion between resident male red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) and conspecific intruders varying by sex and reproductive status [J]. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 2005, 38(4): 237 - 248.
- [7] Figliel J C, Babb J, Payne J. Population regulation in young of the year crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) [J]. Crustaceana, 1991, 61(3): 301 - 307.
- [8] Issa F A, Adamson D J, Edwards D H. Dominance hierarchy formation in juvenile crayfish *Procambarus clarkii* [J]. Journal of Experimental Biology, 1999, 202(24): 3497 - 3506.
- [9] Graham M E, Herberholz J. Stability of dominance relationships in crayfish depends on social context [J]. Animal Behaviour, 2009, 77(1): 195 - 199.
- [10] Schneider R Z, Schneider R S, Moore P A. Recognition of dominance status by chemoreception in the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* [J]. Journal of Chemical Ecology, 1999, 25(4): 781 - 794.
- [11] 刘国兴, 李 玲, 彭 刚, 等. 放养密度对克氏原螯虾生长和养殖水质的影响[J]. 江西农业学报, 2014, 26(4): 86 - 89, 93.
- [12] Van Tol A, Van Gent T, Cheek L M, et al. Lipoprotein structure and metabolism during progression and regression of atherosclerosis in pigs fed with fish oil - derived fatty acids [J]. Advances in Experimental Medicine and Biology, 1991, 285: 417 - 421.