

Doi: 10.11840/j.issn.1001-6392.2020.03.009

奇异海蟑螂 *Ligia exotica* 幼体的生长特征研究

许乐乐^{1,2}, 雷英姿¹, 李永芹^{1,2}, 蒋湘¹, 刘健强¹, 周晓燕¹, 王锂韡^{1,2}

(1. 岭南师范学院 生命科学与技术学院, 广东 湛江 524048; 2. 岭南师范学院 广东省粤西海鲜资源可持续利用
工程技术研究中心, 广东 湛江 524048)

摘 要: 海蟑螂在中国沿海从南到北均有分布, 为半陆生甲壳类生物, 常栖息于近海岩礁的石缝中。海蟑螂野生资源量巨大, 饲用与药用效果明显, 且适应能力强, 有很高的科研和实用价值。实验评估了奇异海蟑螂 (*Ligia exotica*) 幼体从出生到 60 日龄的生长表现, 发现在 45 日龄后, 个体体重增加开始明显加快。60 日实验期间幼体增重率为 7 746.51 %, 特定生长率为 7.27 %, 高于其他甲壳类生物。幼体体长和体宽呈现相近的增长趋势, 且体长的增长快于体宽。回归分析显示海蟑螂幼体体重与体长、体宽均具有较好的正相关性, 决定系数 R^2 分别为 0.90 和 0.87, 故可以通过体长和体宽估算其体重。实验首次实现了海蟑螂幼体的全人工培育, 为其成为经济虾蟹类研究的模式动物打下了基础。且实验证实海蟑螂幼体生长速度非常快, 有利于人们对其种群的开发利用。

关键词: 奇异海蟑螂; 幼体; 生长表现

中图分类号: P735; Q954

文献标识码: A

文章编号: 1001-6932(2020)03-0351-06

Study on the growth performance of juveniles of isopod *Ligia exotica*

XU Lele^{1,2}, LEI Yingzi¹, LI Yongqin^{1,2}, JIANG Xiang^{1,2}, LIU Jianqiang¹,
ZHOU Xiaoyan¹, WANG Liyun^{1,2}

(1. Life Science and Technology School, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, China; 2. Engineering and Technical
Research Center for Sustainable Utilization of Seafood Resources in Western Guangdong Province,
Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, China)

Abstract: Isopod *Ligia exotica* are distributed from the south to the north coast of China, which exhibit a mixture of terrestrial and marine characteristics. They usually live in the crevices of offshore rocks. The wild resource of *Ligia* is huge and they have positive effects on feeding and medicine. *Ligia* are adaptable to the environment and have high scientific research and practical utilization value. The growth performance of *Ligia* juveniles from birth to 60 days was evaluated in this experiment. After 45 days of age, the weight gain of individuals accelerates significantly. During the experiment, the weight gain rate of juveniles was 7 746.51 %, and the specific growth rate was 7.27 %, which was higher than that of other crustaceans. The body length and width of juveniles showed a similar growth trend and the increase of body length was faster than that of body width. Regression analysis showed that there was positive correlation between body weight to body length, body weight to body width respectively of *Ligia* juveniles and coefficient of determination R^2 were 0.90 and 0.87 respectively, which indicated the regression equation could be used to estimate their body weight accurately. For the first time in the research that the artificial culture of *Ligia* juveniles was achieved, which laid the foundation of *Ligia* to be the model animals for the economic crustacean research. It has been proved that the growth rate of *Ligia* juveniles is very fast, which is beneficial to the utilization of its population.

Keywords: *Ligia exotica*; juveniles; growth performance

收稿日期: 2019-07-19; 修订日期: 2019-10-25

基金项目: 广东省大学生科技创新项目 (000301808604); 2018 年岭南师范学院校级科研项目 (1170918267); 湛江市科技计划项目 (2018B01103);
产业链协同创新类公共服务平台 (湛海创 2017C8B2)

作者简介: 许乐乐 (1981-), 博士, 讲师, 主要从事海洋生物学、养殖工程学研究。电子邮箱: xull@lingnan.edu.cn

通信作者: 王锂韡, 博士, 教授, 主要从事海洋生物毒理学研究。电子邮箱: wly@lingnan.edu.cn

甲壳纲海蟑螂属 (*Ligia*) 动物是世界性广泛分布的海洋生物类群, 它们大多栖息于近海岩礁的石缝中或者人工修建的堤坝、港口、码头等建筑设施内, 随着海水潮汐在高潮线与低潮线之间迁移活动, 在潮间带生态系统中起着重要的作用。海蟑螂本身不喜欢海水, 它们一旦落入海水会迅速游回岸边; 但又不能离开海水环境, 没有海水的润泽, 它们体表会很快干燥, 脱水而亡。海蟑螂是等足类从海洋向陆地演化的过渡类型 (黄子茜等, 2018)。海岸带是人类活动最密集的区域, 存在大量的有机碎屑和残渣, 而海蟑螂属于杂食性动物, 对食物基本没有选择性, 能够迅速清除残留在岸边的有机碎屑。海蟑螂本身营养丰富, 对鱼类有强烈的诱食作用, 海边钓鱼的人, 常常就地取材抓捕海蟑螂做鱼饵。海蟑螂是海边小螃蟹和鲱鱼的优良天然饵料, 而小螃蟹和鲱鱼被海洋中更大的生物摄食, 从而维持了生态系统的稳定性。此外, 在加速地球物质循环和能量流动、维护潮间带生物多样性等方面, 海蟑螂都发挥着积极作用 (黄子茜等, 2018)。

中国沿海地区民间常以海蟑螂为主药, 海蟑螂经焙干炮制后, 采用口服或外敷, 用于跌打损伤、消肿止痛, 或治小儿疳积、痢疮肿毒等, 为海洋药用动物之一 (孙静娴等, 2015)。卞俊等 (2007) 证实海蟑螂提取物在体外对人宫颈癌细胞 (HeLa)、人胃癌细胞 (7901) 和人非大细胞肺癌细胞 (NCI) 均有明显的抑制作用, 在体内对小鼠移植性肉瘤 (S180) 具有抑瘤效果。Kim 等 (2000) 从奇异海蟑螂 *Ligia exotica* 中提取出一种新型的核苷化合物——3'-O- (α -D-葡萄糖基) 肌苷, 然而没有提及该化合物的可能生物活性。

海蟑螂在中国沿海南至海南岛, 北至大连沿海广泛分布, 野生资源量巨大, 具有潜在的饲用与药用价值。若对它们进行人工养殖, 由于环境和原料均可控, 可望实现资源的最大化利用。在人工养殖环境下, 海蟑螂的生长速度会直接影响人们对它们的利用程度。目前国内外对于海蟑螂生长规律的研究鲜有报道, 仅有 Carefoot (1973a) 对纤细海蟑螂 *Ligia pallasii* 进行了持续两年的岩礁现场生长情况测定, 赵丽等 (2018) 研究了野外采集的少量暗灰海蟑螂 (*Ligia cinerascens*) 不同大小、性别的体长与体重的回归关系, 缺乏对海蟑螂特定年龄段的

生长数据测定, 而其幼体人工养殖也未见报道。本研究对海蟑螂初生幼体进行了 60 天的人工养殖实验, 观察其生长表现, 以评估其作为饵料和药用生物的潜力。

1 材料与方法

1.1 海蟑螂群体的野外采集

根据陈国孝 (1987) 描述, 分布于广东湛江沿岸海域的海蟑螂为其习见种奇异海蟑螂 *Ligia exotica*。选取湛江市调顺岛堤坝处自然生活的海蟑螂 (110°24'8"E, 21°16'59"N), 具体位置如图 1 所示。在海水涨潮之前到达堤坝处, 待潮水上涨后, 海蟑螂由于不喜在水中生活, 会从堤坝底处礁石沿着堤坝往上爬, 当其聚集在堤坝后, 利用材质比较柔软的扫把轻扫海蟑螂, 使其掉落于收集容器中, 在容器中加入少量干净海水, 防止海蟑螂因失水而亡, 并将收集好的海蟑螂尽快带回实验室中进行养殖。用这种方法短时间内可收集大量海蟑螂个体。

1.2 海蟑螂群体养殖条件设置

将野外采集的海蟑螂放入实验室 40 cm×20 cm×30 cm 的水族缸进行培养。将牡蛎壳堆叠于水族缸内右侧, 营造成海岸边的岩石, 供海蟑螂栖息。距缸左侧 10 cm 处用胶带固定能通过海水而不能透过海蟑螂的塑料挡板, 并安置过滤泵。倒入干净海水至离牡蛎壳顶部 3 cm 处, 启动过滤泵。每日更换 1/3 海水及清洗或更换过滤棉。每日投喂罗非鱼鱼种膨化配合饲料, 饱食投喂。每日更换新鲜的罗非鱼饲料。

1.3 怀孕母体的隔离养殖

每日检查海蟑螂两次, 一旦发现抱卵且处于抱卵后期的海蟑螂 (图 2), 即将海蟑螂胸部抱卵囊中的受精卵从橙黄色变黑色时, 立即将其隔离出来, 置于塑料盒中单独饲养。塑料盒底部先放置一层脱脂棉后铺上一层纱布, 加入干净海水, 脱脂棉和纱布充分吸水湿润且水面未没过纱布, 在纱布上方放置一张纸, 将适量吸水变软的罗非鱼鱼种膨化配合饲料撒于纸上, 供怀孕母体摄食。每天更换或清洗脱脂棉和纱布, 更换清洁海水, 保持环境洁净湿润。

1.4 海蟑螂幼体的培育

海蟑螂幼体发育成熟后, 将自行从母体抱卵囊

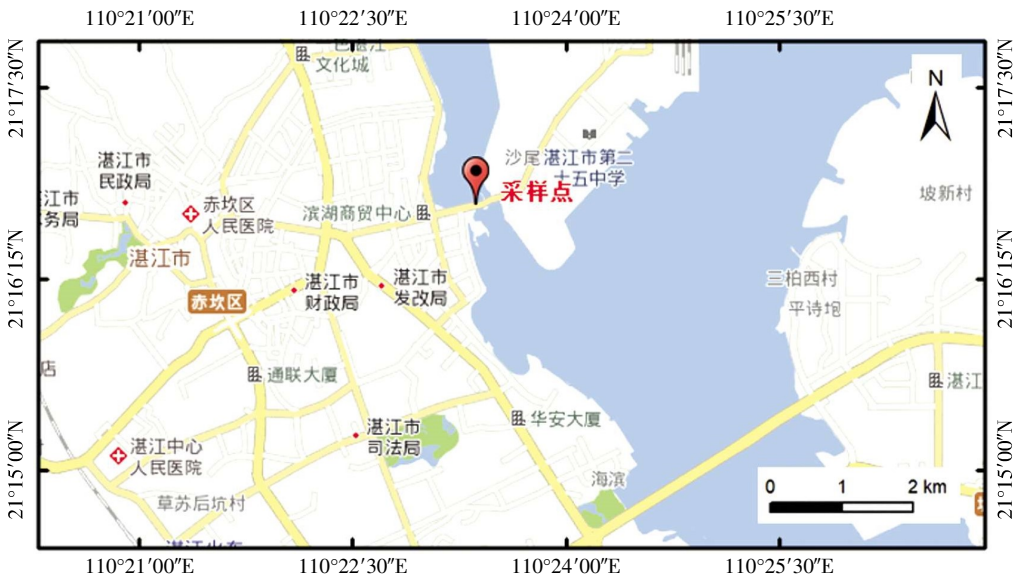


图 1 海蟑螂在广东省湛江市的采集地点

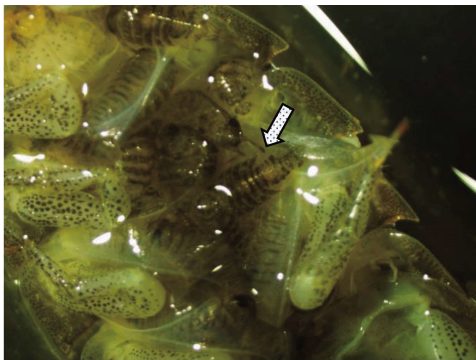


图 2 箭头示海蟑螂母体胸部抱卵囊中即将孵化的海蟑螂幼体 (28×)

中逸出 (图 3)。准确记录幼体出生时间, 并马上将母体从塑料盒中分离出去。因为在食物匮乏的情况下, 母体也会啃食幼体。初孵的海蟑螂幼体活动



图 3 刚从抱卵囊逸出营自由生活的海蟑螂幼体, 记为 0 日龄 (比例尺: 35 μm)。初孵海蟑螂只有 6 节胸节

能力较弱, 常群聚成一团。将每 10 个幼体分为一组, 置于 28 ℃ 的恒温培养箱中培养。培养的条件同上。

1.5 取样分析

每 5 天为一个采样点, 养殖试验共持续了 60 天, 从 0 天开始起算, 则总共有 13 个采样点。将海蟑螂幼体置于 -20 ℃ 冰箱中冻死后, 取出置于室温下放置 15 min, 使海蟑螂体表水分挥发, 后用高精度电子天平称量其体重。将海蟑螂幼体放置于体视显微镜下, 利用 ScopeImage 9.0 显微电子成像系统测量幼体的体长和体宽。体长测量不包括触角和尾肢, 体宽测量取胸部背甲最宽处近第 4 胸节 (图 4)。



图 4 海蟑螂形态测量
(其中黄色线段为体长, 红色线段为体宽)

1.6 统计分析

应用 Excel 365 中的数据回归分析功能, 分别建立幼体体长与体宽对体重的简单线性回归模型,

求得回归决定系数 R^2 。生长曲线采用折线图, 数据按照平均值 $\pm$ 标准差来显示。

2 结果

2.1 海蟑螂幼体的生长表现

海蟑螂幼体生长曲线见图 5。海蟑螂的初孵幼体, 能离开母体自由活动的平均体重为 0.22 ± 0.02 mg。幼体前期体重增长变化不大, 在出生后第 10 日, 体重开始缓慢增长, 从 0.85 ± 0.01 mg 逐渐增长到 45 日龄的 6.93 ± 0.04 mg。在 45 日龄后, 个体的体重增加开始明显加快, 55 日龄达到 12.69 ± 0.00 mg, 而 60 日龄更迅速增加至 16.87 ± 0.01 mg。幼体的增重率 (WGR) = (末重 - 初重)/初重 = $(16.87 - 0.22)/0.22 \times 100\% = 7\,746.512\%$ 。特定生长率 (SGR) = $(\ln \text{末重} - \ln \text{初重})/\text{养殖时间} \times 100\% = (\ln 16.87 - \ln 0.22)/60 = 7.27\%$ 。

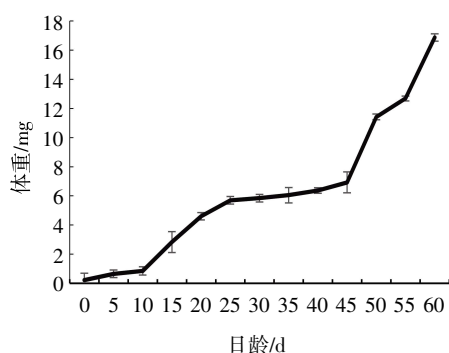


图 5 海蟑螂幼体生长曲线

2.2 海蟑螂的体长与体宽

海蟑螂幼体体长及体宽随时间的增长曲线见图 6。海蟑螂的初孵幼体, 能离开母体自由活动时的平均体长为 1.92 ± 0.36 mm。前期幼体体长增长变化不大, 15 日龄幼体平均体长为 3.0 ± 0.21 mm。25 日龄幼体体长迅速增长至 6.33 ± 0.26 mm, 其后增长速度又减慢。直至 60 日龄, 终末的平均体长为 9.93 ± 0.91 mm。体长增加率 (LGR) = (末长 - 初长)/初长 = $(9.93 - 1.92)/1.92 \times 100\% = 415.96\%$ 。特定生长率 (SGR) = $(\ln \text{末长} - \ln \text{初长})/\text{养殖时间} \times 100\% = (\ln 9.93 - \ln 1.92)/60 = 2.73\%$ 。

而对于体宽而言, 海蟑螂初孵幼体的平均体宽为 0.96 ± 0.13 mm。前期幼体的体宽增长变化不大, 15~30 日龄, 体宽增长明显加快, 从 15 日龄的 1.36 ± 0.20 mm 增长至 30 日龄的 3.12 ± 0.27 mm。60 日

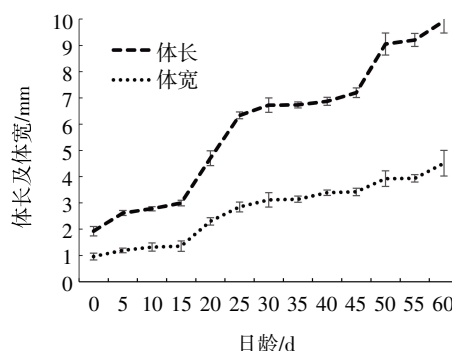
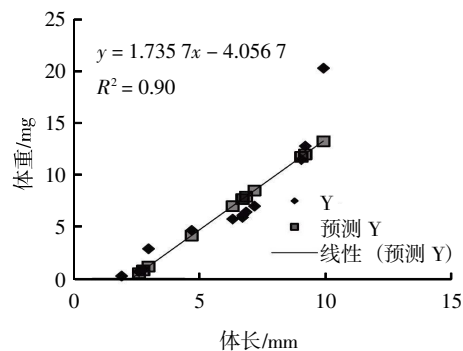


图 6 海蟑螂幼体体长及体宽随时间的增长曲线

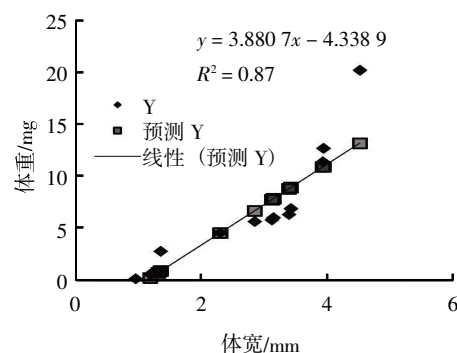
龄幼体平均体宽是 4.51 ± 0.49 mm。同样, 体宽增加率 (WGR) = $(4.51 - 0.96)/0.96 \times 100\% = 370.12\%$ 。特定生长率 (SGR) = $(\ln 4.51 - \ln 0.96)/60 = 2.58\%$ 。体宽增加率和特定生长率都要略慢于体长的增长。

2.3 海蟑螂幼体体重对体长/体宽的回归模型

体重对体长/体宽的回归模型显示 (见图 7), 海蟑螂幼体的体重与体长和体宽之间均具有较好的正相关性。幼体体重-体长的简单线性回归方程为: $y = 1.735\,7x - 4.056\,7$, $R^2 = 0.90$; 体重-体宽的回归方程为: $y = 3.880\,7x - 4.338\,9$, $R^2 = 0.87$ 。式中 y 为体重 (mg), x 分别为体长或体宽 (mm)。



(a)



(b)

图 7 海蟑螂幼体体重-体长 (a)、体宽 (b) 的回归模型

从回归方程看, 海蟑螂幼体体重的增长与体长的关系更为密切。

3 讨论

海蟑螂对环境的适应性非常强, 室温下, 用不同稀释盐度海水培养, 一定时间内均不会对它们的正常生活造成影响。并且海蟑螂可利用第六、七对胸肢并排形成凹槽, 直接从脚底吸收水分 (Ishii, et al, 2013), 这样, 只需保持垫底滤纸与棉花湿润, 就可为海蟑螂提供足够的水分。Carefoot (1973b) 对纤细海蟑螂 *Ligia pallasii* 的食物筛选实验显示它们喜爱摄食藻类, 包括底栖硅藻、刚毛藻、石莼、红毛菜、紫菜、海带等。而对于成年 *Ligia pallasii*, 会选择腐烂的海藻而不是新鲜的海藻作为食物, 提示了其分解者的特性。推测可能是腐败过程中海藻的一些防御因子 (酚和萜烯) 含量也相应减少了 (Pennings et al, 2000); 而对于奇异海蟑螂 *Ligia exotica* 而言, 它们的食性非常杂, 在实验中观察发现, 对于海带、紫菜、鱼虾肉和鱼饲料, 基本是无选择性地摄食。在海带和紫菜共存的情况下, 海蟑螂会优先摄食紫菜。而鱼虾肉是它们最喜欢的食物。实际培养中使用普通罗非鱼鱼种膨化配合饲料 (粗蛋白 $\geq 33\%$, 粗脂肪 $\geq 5\%$, 粗纤维 $\leq 8\%$, 钙 $1.5\% \sim 2.0\%$, 总磷 $\geq 0.7\%$, 赖氨酸 $\geq 1.25\%$), 用海水浸透再投喂, 刚孵化幼体也能摄食, 培养效果良好。

海蟑螂 (*Ligia*) 隶属于节肢动物门 (Arthropoda) 甲壳动物亚门 (Crustacea) 软甲纲 (Malacostraca) 真软甲亚纲 (Eumalacostraca) 囊虾总目 (Peracarida) 等足目 (Isopoda) 潮虫亚目 (Oniscidea) 海蟑螂科 (Ligiidae), 是陆生等足类中个体最大、最原始的类群 (黄子茜 等, 2018)。囊虾总目总共有九目, 受制于生活环境和养殖条件, 其生长特征几乎未被研究。在本实验中海蟑螂幼体的生长速度是非常快的, 60 日养殖实验显示其增重率 (WGR) 达到了 7746.512% , 特定生长率 (SGR) 达到 7.27% 。据 Carefoot (1973b) 对纤细海蟑螂 *Ligia pallasii* 的研究, 一年时间 *Ligia pallasii* 体长可从约 3 mm 长至 17 mm , 其中前两个月的体长增长速度比本研究的奇异海蟑螂略慢。纤细海蟑螂多生活于寒冷的加拿大东北太平洋沿岸, 冬季时日常活动基本停滞, 且

行动迟缓, 趴在海边崖壁上不动, 非常容易捕捉 (Carefoot, 1973)。与国内报道的文献相比, 同属真软甲亚纲真虾总目的南美白对虾幼体 (初始体重 $0.66 \pm 0.00\text{ g}$, 养殖 46 天) 的增重率为 $519.12\% \sim 644.00\%$, SGR 为 $3.96\% \sim 4.36\%$ (陈义方 等, 2011); 南美白对虾幼体 (初始体重 0.06 g , 养殖 30 天) 的增重率为 1316.67% , SGR 为 8.84% (冷向军 等, 2006), 而同期海蟑螂幼体 30 天的 SGR 为 11.0% ; 中华绒螯蟹幼蟹 (初始体重 $2.45 \pm 0.01\text{ g}$, 养殖 56 天) 的增重率为 146.63% , SGR 为 1.61% (刘爽, 2018)。小规格红螯螯虾 (约 9.0 g , 养殖时长 60 天) 增重率为 $(102.2 \pm 2.6)\%$, 特定生长率为 $(0.56 \pm 0.03)\%$ (冯廷廷 等, 2018)。生长表现均不如海蟑螂幼体。

对比海蟑螂幼体前期体长与体宽的生长特征可见, 两者的生长特征曲线基本一致, 且体长增长率和特定生长率都要比体宽的指标略微高一点, 这也是和海蟑螂的体形呈长条形相适应的。然而, 体长和体宽的两个增长指数都要远远低于幼体体重的增加, 说明在海蟑螂生长早期幼体的体重增加迅速, 其内脏各器官在不断分化完善。回归模型显示, 对于幼体的体重与体长和体宽的增加均存在着紧密的正相关性, 决定系数 R^2 分别为 0.90 和 0.87 , 说明回归模型的拟合效果较好, 可以通过体长和体宽准确估算体重。赵丽等 (2018) 对不同规格质量的暗灰海蟑螂雌雄样品进行测量分析, 发现在生长早期阶段雌雄间体重、体长和体宽差异较小, 雄性体重与体长的相关性要优于雌性。在本研究中, 由于海蟑螂幼体太小, 难以区分雌雄, 且由于海蟑螂前期性别对生长的影响并不显著, 因此对其进行统一描述。性成熟海蟑螂雄性个体普遍比雌性个体大, 这与其抱对交配的方式是相适应的。而跟踪雌雄海蟑螂生长呈现明显差异的时间点, 可能正是海蟑螂开始进入性成熟的日龄。目前正在尝试开展海蟑螂的全生命周期人工培育研究, 通过追踪海蟑螂自实验室出生直至衰老死亡的整个过程, 帮助人们更好地了解此物种。

在实验室里人工饲养海蟑螂具有较多的优点, 除了生长速度快、食性杂外, 海蟑螂还能够离水培养, 这样就大大降低了培养的复杂性和管理成本。海蟑螂也会经历与经济虾蟹类类似的蜕皮生长过程, 对其蜕皮生长特征的研究能够部分反映经济虾

蟹类的生长规律 (Roer et al, 1984; Ahearn et al, 2004)。海蟑螂成年个体较大者体长可达 3 cm, 也易于肉眼观察。种种迹象提示海蟑螂具备成为经济虾蟹类研究模式动物的基本特征, 值得人们对其进行深入的了解。实验首次实现了海蟑螂幼体的全人工分离与养成, 为最终成为甲壳类研究模式的动物打下了基础。且在实验中证实, 海蟑螂幼体的增重率达 7 746.51 %, 生长速度要远快于其他甲壳类生物, 人工养殖条件下短时间内有望培育出大量个体, 这为海蟑螂在饲料及药物进一步开发方面提供了数据支撑。

致谢: 岭南师范学院生命科学与技术学院陈艳涛、孙清碧同学均参加了海蟑螂的野外调查与取样工作, 生命科学与技术学院陈道海院长为研究提供了实验场地和设备, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- 卞俊, 宣伟东, 储智勇, 等, 2007. 海蟑螂提取物的抗肿瘤作用[J]. 中国海洋药物, 26(1): 13–15.
- 陈国孝, 1987. 两种海蟑螂的记述[J]. 动物学杂志, 22(2): 11–14.
- 陈义方, 林黑着, 牛津, 等, 2011. 不同规格南美白对虾蛋白质需要量的研究[J]. 广东农业科学, 38(13): 118–121.
- 冯廷廷, 刘春胜, 顾志峰, 等, 2018. 饵料对不同规格红螯螯虾生长的影响[J/OL]. 基因组学与应用生物学, [2018–05–18]. <http://kns.cnki.net/KCMS/detail/45.1369.Q.20180518.1853.008.html>.
- 黄子茜, 赵丽, 孙静娴, 等, 2018. 海蟑螂的系统分类学研究现状、问题与展望[J]. 生态学杂志, 37(3): 960–966.
- 刘爽, 2018. 水飞蓟素对中华绒螯蟹幼蟹生长和脂肪利用的影响[D]. 上海: 华东师范大学, 37–45.
- 冷向军, 王文龙, 周洪琪, 等, 2006. 不同大豆产品替代鱼粉饲养南美白对虾的试验[J]. 淡水渔业, 36(3): 47–49.
- 孙静娴, 邢晓磊, 张鹏, 2015. 海蟑螂生物学及生理生态学研究进展[J]. 生物学杂志, 32(6): 86–90.
- 赵丽, 黄子茜, 孙静娴, 等, 2018. 大连黑石礁地区暗灰海蟑螂(*Ligia cinerascens*)形态学测量分析[J]. 生物学杂志, 35(4): 58–63.
- AHEARN G A, MANDAL P K, MANDAL A. 2004. Calcium regulation in crustaceans during the molt cycle: a review and update[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A. 137(2): 247–257.
- CAREFOOT. T. H. 1973. Studies on the growth, reproduction, and life cycle of the supralittoral isopod *Ligia pallasii*[J]. Marine Biology. 18(4): 302–311.
- CAREFOOT. T. H. 1973. Feeding, food preference, and the uptake of food energy by the supralittoral isopod *Ligia pallasii* [J]. Marine Biology. 18(3): 228–236.
- ISHII D, HORIGUCHI H, HIRAI Y, et al. 2013. Water transport mechanism through open capillaries analyzed by direct surface modifications on biological surfaces[J]. Science Report, 3: 3024.
- KIM S H, YOO SU-MI, PARK I S, et al. 2000. A New Inosine Disaccharide from the Crustacean *Ligia exotica*: Isolation and Structure Elucidation by Total Synthesis[J]. Journal of Natural Product, 6(39): 1188–1191.
- PENNINGS S C, CAREFOOT T H, ZIMMER M, et al. 2000. Feeding preferences of supralittoral isopods and amphipods[J]. Canadian Journal of Zoology, 78(11): 1918–1929.
- ROER R, DILLAMAN R, 1984. The Structure and Calcification of the Crustacean Cuticle[J]. Integrative and Comparative Biology, 24(4): 893–909.

(本文编辑: 袁泽轶)