

学校编码: 10384
学 号: 22320121151328

密级_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

日本囊对虾快速生长品系的选育和生长特
性的研究

Study on selective breeding of new strains with rapid growth
and growth characteristic in *Marsupenaeus japonicus*

林瑶琼

指导教师姓名: 王军 教授
专 业 名 称: 海洋生物学
论文提交日期: 2015 年 5 月
论文答辩时间: 2015 年 5 月

2015年 5月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第 1 章 绪论.....	1
1.1 日本囊对虾的研究概况.....	1
1.1.1 日本囊对虾生物学特性与生态习性.....	1
1.1.2 日本囊对虾的研究进展.....	3
1.2 动物生长特性的研究.....	5
1.2.1 生长规律的研究方法.....	5
1.2.2 描述生长率的公式.....	5
1.2.3 动物生长曲线的研究进展.....	6
1.3 水产动物选育的研究概况.....	7
1.3.1 原理和常用技术与方法.....	7
1.3.2 研究进展概述.....	9
1.4 研究目的及意义.....	12
第 2 章 日本囊对虾选育群体和野生群体的形态差异比较.....	13
2.1 材料.....	13
2.2 方法.....	13
2.2.1 测量方法.....	13
2.2.2 统计分析方法.....	14
2.3 结果.....	15
2.3.1 协方差分析.....	15
2.3.2 判别分析.....	16
2.3.3 主成分分析.....	17
2.3.4 多元回归分析.....	18
2.4 讨论.....	22
2.4.1 对虾形态参数的选择.....	22

2.4.2 日本囊对虾不同群体的形态差异.....	23
2.4.3 影响日本囊对虾体质量的形态性状确定.....	24
第 3 章 日本囊对虾不同家系生长性能的比较.....	25
3.1 材料.....	25
3.2 方法.....	25
3.2.1 亲虾管理.....	25
3.2.2 家系建立.....	25
3.2.3 苗种培育和养殖管理.....	26
3.2.4 数据测量.....	26
3.2.5 数据统计分析.....	26
3.3 结果.....	28
3.3.1 体长和体质量的统计学分析.....	28
3.3.2 不同家系的生长性能比较.....	29
3.3.3 家系内的个体差异.....	31
3.3.4 家系体长和体质量的关系.....	32
3.4 讨论.....	33
3.4.1 家系构建的同步性.....	33
3.4.2 家系的标准化管理.....	33
3.4.3 家系内的个体整齐度.....	34
第 4 章 虾鱼混养模式下日本囊对虾选育品系的生长特性.....	36
4.1 材料.....	36
4.2 方法.....	36
4.2.1 养殖日常管理.....	36
4.2.2 取样与数据分析.....	37
4.3 结果.....	38
4.3.1 生长速度.....	38
4.3.2 生长曲线.....	38
4.3.3 生长速度和加速度.....	40

4.3.4 体长和体质量的关系.....	42
4.4 讨论.....	43
4.4.1 增长率.....	43
4.4.2 体长和体质量的幂函数关系.....	44
4.4.3 生长特性.....	44
4.4.4 健康养殖模式.....	45
第 5 章 总结与展望.....	46
5.1 总结.....	46
5.2 创新点.....	46
5.3 展望.....	47
参考文献.....	48
在学期间参与的项目.....	57
致谢.....	58

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Overview of the <i>Marsupenaeus japonicus</i>	1
1.1.1 Biological and ecological characteristics of <i>M. japonicus</i>	1
1.1.2 Research progress of <i>M. japonicus</i>	3
1.2 Study on growth characteristic of animals	5
1.2.1 Method of study on growth rhythm	5
1.2.2 Formular of growth rate	5
1.2.3 Research progress of growth curve of animals	6
1.3 Brief introduction of selective breeding in aquatic animals	7
1.3.1 Principle and common methods of selective breeding	7
1.3.2 Brief progress of selective breeding in aquatic animals	9
1.4 The objective and significance of this research	12
Chapter 2 Comparison of morphological characteristics in the selective and wild population of <i>Marsupenaeus japonicus</i>	13
2.1 Materials	13
2.2 Methods	13
2.2.1 Method of measurement	13
2.2.2 Method of statistical analysis.....	14
2.3 Results	15
2.3.1 Analysis of covariance	15
2.3.2 Discriminant analysis.....	16
2.3.3 Principal component analysis	17
2.3.4 Multiple regression analysis	18
2.4 Discussion	22

2.4.1 Selection of morphological parameter of shrimps	22
2.4.2 Morphological differences between populations in <i>M. japonicus</i>	23
2.4.3 Determination of Morphological traits influencing body weight of <i>M. japonicus</i>	24
Chapter 3 Comparison of the growing performance of breeding families of <i>Marsupenaeus japonicus</i>	25
3.1 Materials	25
3.2 Methods	25
3.2.1 Management of parent shrimps.....	25
3.2.2 The establishment of the families	25
3.2.3 Seeding rearing and management of cultivation.....	26
3.2.4 Method of measurement	26
3.2.5 Data analysis	26
3.3 Results	28
3.3.1 Analysis of body length and body weight of <i>M. japonicus</i>	28
3.3.2 Comparison of the growing performance of different families of <i>M. japonicus</i>	29
3.3.3 Individuals variations within families.....	31
3.3.4 Relationship of body length and body weight of <i>M. japonicus</i>	32
3.4 Discussion	33
3.4.1 Synchronism of the establishment of the families	33
3.4.2 Standardized cultivation of families	33
3.4.3 Uniformity of individuals within families	34
Chapter 4 Growth characteristics of breeding <i>Marsupenaeus japonicus</i> in polyculture ponds mixed with <i>Bostrychus sinensis</i>	36
4.1 Materials	36
4.2 Methods	36
4.2.1 Daily management of cultivation.....	36

4.2.2 Sampling and data analysis	37
4.3 Results	38
4.3.1 Growth rate	38
4.3.2 Growth curve	38
4.3.3 Growth rate and acceleration rate of <i>M. japonicus</i>	40
4.3.4 Relationship of body length and body weight	42
4.4 Discussion	43
4.4.1 Growth rate	43
4.4.2 Power function relationship of body length and body weight	44
4.4.3 Growth characteristic of <i>M. japonicus</i>	44
4.4.4 Healthy aquaculture mode	45
Chapter 5 Summary and prospect	46
5.1 Summary	46
5.2 Innovative Points	46
5.3 Prospect	47
References	48
Project participated	57
Aknowledgements	58

摘要

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)体色艳丽,肉质鲜美,是我国重要的养殖虾类。多年来,我国日本囊对虾育苗用的种虾过分依赖海捕资源,用于苗种生产的种虾通常未经选育和检疫,养殖生产苗种的生长较为缓慢、抗病能力差、单产低,这些问题严重制约了日本囊对虾养殖产业的发展。因此,培育生长快速的健康优质虾苗,是关系到日本囊对虾养殖产业可持续发展的重要课题。

论文以课题组选育的日本囊对虾和野生日本囊对虾为材料,通过多元统计方法比较分析了日本囊对虾选育群体和野生群体的形态差异,并采用单因素分析方法探讨了日本囊对虾不同家系的生长特性,研究结果为了解日本囊对虾的选育效果和选育工作的进一步深入开展提供了数据支持;通过对日本囊对虾选育品系在虾鱼混养模式下体长和体质量的测定,研究了日本囊对虾选育品系的生长曲线和生长规律,为探索日本囊对虾的适宜养殖模式和品系的选育成效提供了科学依据,也为日本囊对虾选育品系的养殖管理提供有价值的参考。主要研究结果如下:

日本囊对虾厦门野生和选育群体的雌雄个体在体长、头胸甲宽和第六腹节宽的差异显著($P < 0.05$),雌性野生和选育群体在体长、头胸甲高、第一腹节高和尾节长差异显著($P < 0.05$),雄性野生和选育群体在体长、第一腹节高、第六腹节长和尾节长差异显著($P < 0.05$)。日本囊对虾厦门野生和选育群体雌性间和雄性间的综合判别率分别为 89.26% 和 100%。雌性日本囊对虾选育和野生群体、雄性日本囊对虾选育和野生群体的回归方程分别为:

$$Y = -38.956 + 0.242X_1 + 1.495X_5 + 0.559X_6 \quad \text{雌性选育群体}$$

$$Y = -166.56 + 0.692X_1 + 2.023X_3 + 0.772X_2 + 0.864X_6 \quad \text{雌性野生群体}$$

$$Y = -33.591 + 0.386X_1 + 0.467X_4 \quad \text{雄性选育群体}$$

$$Y = -109.212 + 0.965X_1 \quad \text{雄性野生群体}$$

利用日本囊对虾第四代选育群体建立 20 个选育家系,采用单因素方差分析方法比较了各家系的生长性能,结果表明日本囊对虾不同家系体长和体质量的差异显著,体长最大的为家系 14,除了与家系 17 无显著差异外($P > 0.05$),与其他家系差异显著($P < 0.05$),体长最小的家系 11 的体长明显小于其他家系($P < 0.05$)。体质量的最大值出现在家系 2,显著性分析表明,家系 2 的体质量除了与家系 14 差异不显著外($P > 0.05$),显著大于其他家系的体质量($P < 0.05$),体质量最小的

仍为家系 11，其体质量明显低于其他家系的平均体质量($P<0.05$)。由此筛选出家系 2、14 和 17 为生长速度较快的家系。研究结果为家系选育日本囊对虾快速生长品系奠定了理论基础。

通过 100 d 的跟踪测定，在与中华乌塘鳢(*Bostrychus sinensis*)混养模式下，当水温为 22~31.5，盐度为 15~23 时，日本囊对虾选育品系的平均体长和体质量分别由 8 mm 和 0.006 g 增加至 112.73 mm 和 18.35 g；其生长可分为快速生长期(30~50 日龄)、缓慢生长期(50~70 日龄)和平稳生长期(70 日龄以后)，随着日龄的增加，体长增长速度变缓，体质量的生长拐点出现在 55 d 左右；体质量和体长呈幂函数关系，关系式为 $W=1.0\times 10^{-5}L^{3.053}$ ， L 的指数接近 3，呈等速生长；混养模式下日本囊对虾选育品系体长和体质量的 Von Bertalanffy 生长方程为： $L=127.45\times (1-e^{-0.024t+0.212})$ ， $W=26.77\times (1-e^{-0.024t+0.212})^{3.053}$ 。实验结果为探索日本囊对虾适宜的养殖模式和选育品系的生长性状提供了基础资料。

关键词：日本囊对虾；选育；生长特性

Abstract

Colour of Kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus* seems gorgeous and its meat is delicious, it has been an important aquatic economic animal since 1980s. However, parent shrimps used for seeding culture are excessively relied on wild resources and are rarely quarantined, besides, the offspring without breeding have problems of slow growth and low yield. All these problems have restricted the development of *M. japonicus* industry. Therefore, it is an important issue for sustainable development of *M. japonicus* to cultivate healthy postlarvae which grow fast.

The comparison of morphological characters between the wild and breeding *M. japonicus* was also analyzed using the method of multi-variation analyses. In the same time, the growth traits of different families were compared and analyzed with the method of One-way ANOVA according to the measurement of body length and body weight. Results would provide data support to understand the breeding effect of *M. japonicus*. The growth characteristics of breeding *M. japonicus* in *M. japonicus*-*Bostrychus sinensis* polyculture ponds were studied according to the measurement of body length and body weight. The growth curve was fitted and growth rhythm was evaluated in order to provide fundamental information to help explore appropriate aquaculture mode and breeding effect of *M. japonicus*.

There were significant differences in body length, carapace width and sixth abdominal segment width between male and female *M. japonicus* ($P < 0.05$). Significant variations were also found in body length, first abdominal segment height, carapace height and tail length between different female populations while there were significant variations in body length, first abdominal segment height, sixth abdominal segment length and tail length between different male populations. The total discriminate accuracy was 89.26% for female populations and 100% for male populations, respectively. The multiple regression equations were established as $Y = -38.956 + 0.242X_1 + 1.495X_5 + 0.559X_6$ for female breeding *M. japonicus* population, $Y = -166.56 + 0.692X_1 + 2.023X_3 + 0.772X_2 + 0.864X_6$ for female wild population, $Y = -33.591 + 0.386X_1 + 0.467X_4$ for male breeding *M. japonicus* population and

$Y=-109.212+0.965X_i$ for male wild population.

The growing performance of twenty families were compared with the method of One-way ANOVA. There were significant differences in both body length and body weight among families ($P<0.01$). The body length of family 14 was much longer than any other family except for family 17 while the body length of family 11 was significantly smaller than any other family. Besides, the body weight of family 2 was significantly heavier than any other family except for family 14 while the body weight of family 11 was significantly smaller than any other family. Family 2, 14 and 17 were families of rapid growth. Results laid the theoretical foundation for selection of strains with rapid growth in *M. japonicus* through family selection.

The average body length and body weight of breeding *M. japonicus* increased from 8 mm and 0.006 g to 112.73 mm and 18.35 g for 100-day cultivation respectively when the temperature was 22~31.5 and the salinity was 15~23 in *M. japonicus*-*Bostrychus sinensis* polyculture ponds. The growth period of shrimps was divided into three stages: fast growth stage (30~50 days), slow growth stage (50~70 days), and stationary growth stage (after 70 days). The body length increased fast in 30~50 days, then slowed down gradually with age. The inflection of body weight growth was found in about 55 days; the relationship between body length and body weight was described by a power function: $W=1.0 \times 10^{-5} L^{3.053}$, where the index of L was close to 3, indicating an isometric growth. The Von Bertalanffy equations were expressed as follows: $L=127.45 \times (1-e^{-0.024t+0.212})$, $W=26.77 \times (1-e^{-0.024t+0.212})^{3.053}$. In sum, this study provided fundamental information to help explore appropriate aquaculture mode and growth traits of *M. japonicus*.

Keywords: *Marsupenaus japonicus*; Selective breeding; Growth characteristic

第1章 绪论

1.1 日本囊对虾的研究概况

1.1.1 日本囊对虾生物学特性与生态习性

日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)英文名 Kuruma shrimp, 俗称花虾、兰尾虾、蚕虾、车虾、斑节虾等, 分布在日本、印度、菲律宾、红海和澳大利亚等海域, 在我国主要分布于海南到浙江的近岸海域, 1993 年在我国养殖的中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)、斑节对虾(*Penaeus monodon*)等爆发流行性虾病以后, 日本囊对虾的养殖面积和养殖规模迅速增加(尹向辉等, 2012), 在 20 世纪 90 年代中后期, 渤海莱州湾东部也开展了日本囊对虾苗种的引进及增养殖跟踪调查(朱金声等, 2001)。

日本囊对虾隶属节肢动物门(Arthropoda)、甲壳纲(Crustacea)、软甲亚纲(Malacostraca)、十足目(Decapoda)、枝鳃亚目(Dendrobranchiata)、对虾总科(Penaeoidea)、对虾科(penaeidae)、囊对虾属(*Marsupenaeus*)。日本囊对虾原隶属于对虾属 *Penaeus*, 1971 年 Tirmizi 根据日本囊对虾的雌性交接器呈囊状, 与对虾属的其他种类不同, 建立囊对虾亚属 *Marsupenaeus*, 1997 年 Perez 和 Kensley 在《枝鳃虾类科属—世界对虾总科和樱虾总科虾类》专著中将囊对虾亚属提升为囊对虾属, 该属仅有日本囊对虾 1 个种(刘瑞玉, 2003)。

日本囊对虾甲壳光滑无毛, 体被蓝褐色横斑花纹, 附肢呈黄色, 尾肢后部为鲜艳的蓝色和黄色, 边缘为红色。日本囊对虾体长而侧扁, 分为头胸部和腹部, 总共由 20 个体节组成, 其中头部 5 节, 胸部 8 节, 腹部 7 节, 末节称为尾节。上额角齿数为 8~10, 下额角齿数为 1~2。额角侧沟延伸至头胸甲的后缘。具有中央沟, 尾节背部具有很深的纵沟。额胃脊和肝脊明显(图 1-1)。雄性日本囊对虾第一附肢的内肢特化为交接器, 呈倒钟形, 顶端稍圆, 雌性日本囊对虾第四到第五步足之间基部的腹甲上, 有一个囊状交接器为纳精囊, 前端开口, 其前方有一个圆突(刘萍等, 2011)。



图 1-1 日本囊对虾的外部形态

Fig.1-1 External morphology of *M. japonicus*

日本囊对虾在水温为 18~28 °C 时生长较快, 在 8~10 °C 时停止摄食, 5 °C 以下死亡(宋盛宪等, 2004)。王伟定(2001)试验发现日本囊对虾幼虾最适温度为 23~29 °C, 且存活率与水温成反比关系。李润寅等(2001)的研究中也获得相似的结果, 李润寅认为仔虾放流时海区的水温应该大于 16 °C。日本囊对虾对盐度的适应范围较窄, 其适宜的盐度范围为 15~30, 尤其在高密度成虾养殖时养殖用水的盐度不得低于 7(宋盛宪等, 2004), 日本囊对虾也适宜盐碱地地下卤水养殖, 仔虾在地下卤水中的适宜盐度为 20~24(潘鲁青等, 2005), 臧维玲等(2002)认为增长率和增重率在盐度为 20.3 时为最大。日本囊对虾在养殖池中能够忍受的最低溶解氧为 2 mg/L(27 °C), 其耐干能力强, 比较适于长途运输。日本囊对虾栖息海域的水深范围较广, 从几米到 100 米深的水域均有分布, 主要分布在水深为 10~40 m 水层。日本囊对虾喜砂泥底, 白天潜伏在沙中, 晚上索饵, 活动频繁。日本囊对虾以底栖生物为主食, 主要摄食小型底栖无脊椎动物, 由于日本囊对虾对饲料中蛋白质的利用率低于其他虾类, 因此对食物中蛋白质的含量要求较高, 养殖饲料的蛋白质含量不得低于 60%(宋盛宪等, 2004)。

日本囊对虾生活史复杂, 包括受精卵、无节幼体(I~VI)、溞状幼体(I~III)、糠虾幼体(I~III)、仔虾、幼虾和成虾。受精卵的发育过程分为细胞分裂期、桑椹期、囊胚期、原肠期、胚芽期和膜内无节幼体期。仔虾初期以捕食浮游动物为主, 经过 4~5 次蜕皮才转为底栖生活, 开始具有潜沙隐藏和昼伏夜出的习性(莫佛素等, 1992)。日本囊对虾的生长通过蜕皮实现, 每蜕皮 1 次, 日本囊对虾的

体长和体质量都会发生明显的增长。蜕皮行为多发生在夜间,其蜕皮行为受到外源性因素(水温、盐度、饵料、营养盐等)和内源性因素(神经内分泌和发育期)的共同影响(黄国强等, 2004)。Choe(1971)发现水温和个体大小影响日本囊对虾的蜕皮周期,个体越大,蜕皮周期越长,温度升高,蜕皮周期缩短。

1.1.2 日本囊对虾的研究进展

日本囊对虾肉质鲜美,营养丰富,耐干能力强,活虾运输便捷,具有重要的市场价值,被誉为最有发展前景的养殖对虾种类之一。目前,日本囊对虾的研究主要在基础生物学、群体资源分布、养殖模式和技术、遗传多样性和基因克隆与表达等方面开展。

在基础生物学方面,Minagawa等(2000)的研究表明日本囊对虾交配的最小雌性个体为 105 mm,而卵巢成熟的最小个体为 130 mm,雌虾可以在卵巢发育的不同时期进行交配,且交配行为有助于性腺的发育。林琼武等(2009)关于切除眼柄对日本囊对虾亲虾的摄食、性腺发育和能量转化影响的研究表明了切除眼柄能够提高日本囊对虾的摄食强度、促进性腺发育和提高能量转化率。孙成波等(2012)报道了温度、体质量、盐度、pH 值和摄食状态对日本囊对虾无机磷、亚硝酸氮、硝酸氮、氨氮代谢的影响。李玉全(2014)关于日本囊对虾的争胜行为及其与温度关系的探讨表明了争胜行为发生的概率伴随着温度的升高而增加。

在群体资源分布上,Tsoi等(2005)根据日本囊对虾头胸甲侧面斜纹的差异,把日本囊对虾分为 2 种形态变异类型,即形态变异类型 I 和形态变异类型 II,其中头胸甲侧面的斜纹延伸至头部腹面的为形态变异类型 I,而斜纹延伸至头胸甲侧面中部的称为形态变异类型 II。在我国,形态变异类型 I 主要分布在我国台湾海峡以北海域及东海海域,如福建厦门和浙江舟山水域。形态变异类型 II 主要分布在南海南部及以南海域,如广西北海和海南陵水水域,在南海北部海域为 2 种形态变异类型的重叠交叉区域,如广东惠来水域(曾凡荣等, 2010)。关于 2 种形态变异类型的研究已经有了不少的报道,何永琴等(2012)选用了 9 个多态性微卫星分子标记,分析了浙江舟山、福建厦门、广东惠来、海南陵水及广西北海 6 个群体 2 种形态变异类型间的遗传变异,认为 2 种形态变异类型间发生中等程度的遗传分化,而相同形态变异类型内各群体间的遗传分化不明显。宋晓红等(2014)比较了日本囊对虾 2 种形态变异类型的高温耐受性,并从地理分布、耗氧率、室

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.