

广东地区稻田养殖克氏原螯虾体长与体重的关系分析

孙悦^{1,2}, 王广军^{1*}, 张军旺¹, 郁二蒙¹, 李志斐¹, 张凯¹

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广东广州 510380; 2. 天津农学院水产学院, 天津 300384)

摘要 [目的] 研究广东地区稻田养殖克氏原螯虾的生长状况, 为人工养殖中推测饵料投放量和估算产量提供理论依据。[方法] 对实地测得的广东地区稻田养殖克氏原螯虾的体长与体重数据进行线性回归分析。[结果] 广东地区稻田养殖克氏原螯虾体长与体重的直线回归方程为 $W=11.157L-58.1$, 曲线回归方程为 $W=0.1499L^{2.5614}$ ($P<0.01$)。[结论] 克氏原螯虾的生长属于异速生长。

关键词 克氏原螯虾; 体长; 体重; 稻田养殖

中图分类号 S966.12 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)04-0105-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.04.028



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Relationship Analysis between the Body Length and Body Weight of *Procambarus clarkia* Cultured in Paddy Field in Guangdong ProvinceSUN Yue^{1,2}, WANG Guang-jun¹, ZHANG Jun-wang¹ et al (1. Pearl River Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou, Guangdong 510380; 2. College of Fisheries, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

Abstract [Objective] To study the growth status of *Procambarus clarkia* cultured in paddy field in Guangdong Province and provide some theoretical basis for estimating the feed amount for *P. clarkia* and the yield in the paddy field. [Method] According to the body length and body weight data of *P. clarkia* measured in August of 2018, and linear regression analysis was conducted on the body weight and body length of *P. clarkia*. [Result] The straight line regression equation between the body length and body weight relationship of *P. clarkia* was $W=11.157L-58.1$, and its curve regression equation was $W=0.1499L^{2.5614}$ ($P<0.01$). [Conclusion] The growth of *P. clarkia* was allometric.

Key words *Procambarus clarkia*; Body length; Body weight; Culture in paddy field

克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*), 又称小龙虾或淡水小龙虾, 是淡水螯类的一种, 属于甲壳类动物, 具有一定的经济价值, 近年来我国克氏原螯虾养殖面积和产量持续快速增长。2007—2016年, 我国克氏原螯虾养殖产量由 26.55 万 t 增加到 85.23 万 t, 增长了 221%; 全国养殖面积超过 60 万 hm^2 。2017 年我国克氏原螯虾产业快速发展, 养殖面积超过 80 万 hm^2 , 产量超过 100 万 t, 全国克氏原螯虾全社会经济总产值约 2 685 亿元, 比 2016 年增长 83.15%。其中, 养殖业产值约 485 亿元, 以加工业为主的第二产业产值约 200 亿元, 以餐饮为主的第三产业产值约 2 000 亿元, 分别占全社会经济总产值的 18.06%、7.45% 和 74.49%, 我国已成为世界最大的克氏原螯虾生产国^[1]。

我国有克氏原螯虾养殖产量报告的省份 19 个。2017 年全国克氏原螯虾养殖总产量为 112.97 万 t, 其中湖北省 63.16 万 t、安徽省 13.77 万 t、湖南省 13.57 万 t, 占据全国养殖产量的前三位^[1]。

稻田养殖克氏原螯虾是一种综合种养模式, 具有生态、节能、环保等优势。水稻和克氏原螯虾是一种互生互利的关系, 一方面, 克氏原螯虾可以利用水草, 为水稻除草并提供一些水稻生长所需的有机肥; 另一方面, 稻田水体中溶氧量较高且动植物种类丰富, 为克氏原螯虾提供了良好的栖息和生长环境^[2]。稻田养殖克氏原螯虾已成为克氏原螯虾养殖的主要模式之一, 被列为许多地区的主推模式。据统计, 2017

年全国克氏原螯虾养殖面积达 80 万 hm^2 , 其中克氏原螯虾稻田养殖面积约 57 万 hm^2 , 占总养殖面积的 70.83%。

体长与体重是生物体生长的基本指标, 大量研究表明体长与体重具有一定的线性关系。由于体长和体重管理评估法操作简单、数据易于收集, 体长与体重关系在渔业科学和种群时空评估方面一直被广泛应用, 当特定品种的体长与体重关系确定后, 可利用体长与体重关系的公式, 通过体长来估算体重, 在养殖方面可用于评价养殖动物的生长状况^[3]。

广东地区克氏原螯虾养殖发展比较缓慢, 普遍认为是因为华南地区温度偏高。在广东省渔港建设和渔业产业发展专项的资助下, 笔者所在实验室从 2017 年开始从湖北引进克氏原螯虾, 在河源地区进行养殖, 并初步取得了稻田养殖成功, 单位面积产量约为 3 000 kg/hm^2 ^[4]。目前有关克氏原螯虾体长与体重的关系研究鲜见报道, 仅唐建清等^[5]研究了克氏原螯虾年龄与生长的关系; 舒畅等^[6]研究了克氏原螯虾眼柄与生长的关系。笔者研究了广东地区稻田养殖的克氏原螯虾体长与体重的线性关系, 以期为克氏原螯虾的人工养殖、饵料投放、产量估算以及合理收获提供一定的理论依据, 也为克氏原螯虾在南方地区的养殖提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 克氏原螯虾于 2018 年 8 月中旬采自广东省河源市和平县七叠泉农业发展有限公司养殖基地, 随机抽取克氏原螯虾 30 尾, 试验所用克氏原螯虾均为健康、附肢齐全、无伤病的个体。进行常规生物学测量, 测量指标有全长、体长和体重。长度测量精确到 0.1 cm, 电子天平精确测量到 0.01 g。各形态参数的定义如下: 全长是指头胸甲额剑前端至尾扇末端的直线长度 (cm); 体长是指眼柄基部至尾节末端的直线长度 (cm); 体重是指吸去体表水分后的湿重 (g)。

基金项目 广东深渔港建设和渔业产业发展专项 (A201701B05); 广东省省级科技计划项目 (2017B090906002)。**作者简介** 孙悦 (1995—), 女, 黑龙江牡丹江人, 硕士研究生, 研究方向: 水产动物健康养殖研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 硕士生导师, 从事水产动物健康养殖研究。**收稿日期** 2018-10-10

按照 Keys 公式 $W = aL^b$ 计算体长和体重的关系^[7]。式中, W 为重量(g), L 为体长(cm), a 和 b 均为常数。

1.2 数据处理 将测得的克氏原螯虾体长、体重及全长数据录入 Excel 表格, 并计算出体长与体重的线性回归方程, 采用 SPSS 23.0 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 体长与体重组

2.1.1 体长组成。从图 1 可以看出, 克氏原螯虾体长为 7.0~9.9 cm, 平均体长为 8.45 cm。其中, 克氏原螯虾的优势体长集中在 8.0~8.4 cm, 共计 9 尾, 占整体体长组成的 30%。

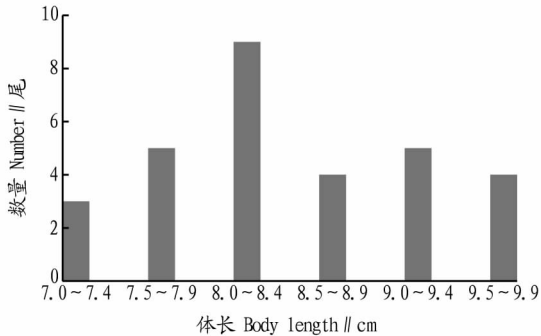


图 1 克氏原螯虾的体长组成

Fig.1 Body length distribution of *P. clarkia*

2.1.2 体重组成。从图 2 可以看出, 克氏原螯虾的体重为 20.00~59.99 g, 平均体重为 36.21 g。其中, 克氏原螯虾的优势体重集中在 30.00~34.99 g, 共计 11 尾, 占整体体重组成的 36.67%。

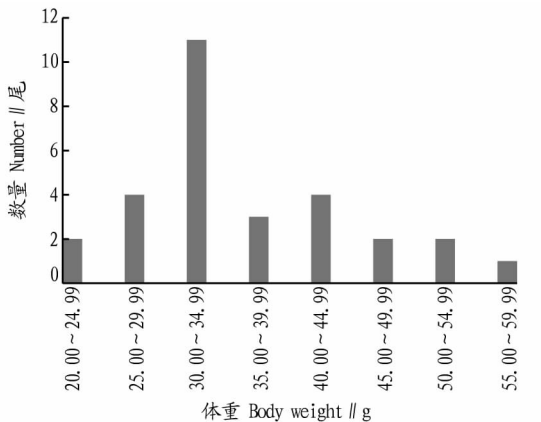


图 2 克氏原螯虾的体重组成

Fig.2 Body weight distribution of *P. clarkia*

2.2 体长与体重显著性分析 通过 SPSS 23.0 统计软件进行体长与体重的显著性分析, 平均体长为 (8.45 ± 0.74) cm, 平均体重为 (36.21 ± 9.10) g。经 t 检验发现, 体长与体重的 P 均小于 0.01, 说明样本之间存在极显著差异, 体长的标准误为 0.135 67, 体重的标准误为 1.660 70, 均较小。标准误是样本均数的标准差, 标准误越小, 说明样本均值和总体均值差距越小, 样本数据具有代表性, 可用于统计分析^[8-9]。

2.3 体长与体重的回归方程 利用线性模拟方法, 对广东地区稻田养殖克氏原螯虾的体长与体重进行回归分析, 绘制出散点图。

2.3.1 克氏原螯虾体长与体重的直线回归方程。以克氏原螯虾体长为横坐标, 以体重为纵坐标, 绘制散点图, 然后添加线性趋势线。从图 3 可以看出, 散点散落在理论趋势线附近, 得到体长与体重的直线回归方程为 $W = 11.157L - 58.1$ ($R^2 = 0.8308$)。

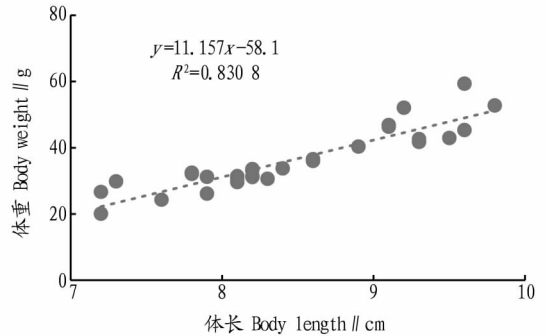


图 3 克氏原螯虾体长与体重的直线回归分析

Fig.3 The relationship analysis between the body length and body weight of *P. clarkia* with straight line regression function

2.3.2 克氏原螯虾体长与体重的曲线回归方程。以克氏原螯虾体长为横坐标, 以体重为纵坐标, 绘制散点图, 然后拟合幂函数趋势线。从图 4 可以看出, 散点散落在理论趋势线附近, 得到克氏原螯虾体长与体重的曲线回归方程为 $W = 0.1499L^{2.5614}$ ($R^2 = 0.8459$)。

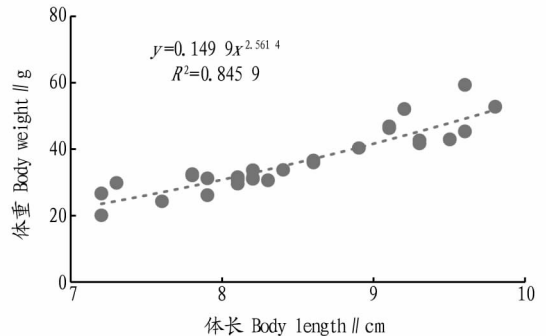


图 4 克氏原螯虾体长与体重的曲线回归分析

Fig.4 The relationship analysis between the body length and body weight of *P. clarkia* with curve regression function

3 讨论

3.1 克氏原螯虾体长与体重回归分析 经过实地测量体长与体重的数据并对其进行统计分析, 得到体长与体重的直线回归方程与曲线回归方程, 其中直线方程中的 R^2 为 0.8308, 曲线回归方程中的 R^2 为 0.8459。对比 2 个方程的 R^2 值, 曲线方程的 R^2 值略大于直线方程。 R^2 越接近于 1, 方程的模拟效果越好^[8]。由此可见, 克氏原螯虾体长与体重呈曲线关系。因此, 可采用曲线回归方程来作为克氏原螯虾生长推算公式。

3.2 克氏原螯虾生长状况分析 克氏原螯虾体长与体重的回归方程符合 $W = aL^b$, 呈幂函数曲线。幂指数 b 是反映虾类在不同环境中生长的一个特征性指数, $W = aL^b$ 中 b 值通常介

(下转第 109 页)

时卵泡颗粒细胞对 FSH 的应答也越来越明显,从而促使颗粒细胞的持续发育。

该试验结果表明,使用 FSH 激素处理供体牛,可以增加卵巢上的可见卵泡数和卵母细胞数,质量却没有减弱。该试验通过活体采卵技术共采集到 12 枚卵母细胞,其中 8 枚在受精后发育良好。Chaubal 等^[10]使用 FSH 处理,每头平均卵泡数为 (16.0 ± 5.0) ,每次采卵头均获可用胚 (2.1 ± 1.2) 枚。De Roover 等^[11]使用 FSH,每头平均穿刺卵泡数为 (11.9 ± 7.7) 枚,平均获卵母细胞 (5.6 ± 4.1) 枚,优质卵母细胞率为 32%,每头能获得可用胚 (2.0 ± 2.3) 枚。活体采卵可对供体牛进行长期采卵,并能达到良好效果。Merton 等^[12]研究表明对活体采卵牛采用 FSH 处理,频率为每 14 d 1 次,每次可获得 3.3 个可用胚胎。Goodhand 等^[13]、江明生等^[14]研究也表明,经过 FSH 处理的母牛在增加卵泡数的同时,还可以提高卵母细胞的数量。佟桂芝等^[15]研究表明,每周采集 2 次获取的卵母细胞的质量比每周采集 1 次的卵母细胞的质量高,而采卵频率与是否使用激素有关,激素处理后每周可采集 1 次,无激素处理组每周可采集 2 次,可采卵泡总数无显著差异。Reichenbach 等^[16]研究表明用 PMSG 处理并不能提高供体牛的卵泡数量和卵母细胞数。此结果与很多因素有关,不同的激素及其剂量、个体差异、操作人员的熟练程度和季节因素都会对结果产生巨大差异。该试验在采卵过程中,由于操作不当导致一头牛体内出血,这也说明在节约成本提高效率的同时,该试验技术对奶牛的损害也不容忽视。

总而言之,活体采卵技术能从系谱明确的优质高产奶牛中获得卵母细胞;活体采卵技术能使年轻、老龄、妊娠、超数排卵效果不理想的奶牛持续供给卵子,大大加快育种的进程;活体采卵技术能够充分挖掘优质母牛的繁殖潜力,批量生产良种胚胎,降低优质胚胎的生产成本,并能为卵核移植、基因工程、胚胎工程等研究提供必需的材料。OPU 技术在奶牛繁育中有着非常广阔的应用前景,而更加安全有效的活体采卵方式需要进一步研究。

4 结论

使用优化后的活体采卵技术配合超排技术、IVM、IVF 等

技术,能降低成本并更好地利用良种奶牛,以达到动物胚胎生产和辅助生殖的目的。

参考文献

- [1] LOONEY C R, LINDSEY B R, GONSETH C L, et al. Commercial aspects of oocyte retrieval and in vitro fertilization (IVF) for embryo production in problem cows [J]. *Theriogenology*, 1994, 41(1): 67-72.
- [2] GIBBONS J R, BEAL W E, KRISHER R L, et al. Effects of once-versus twice-weekly transvaginal follicular aspiration on bovine oocyte recovery and embryo development [J]. *Theriogenology*, 1994, 42(3): 405-419.
- [3] FUJITANI Y, NISHIMURA K, KASAI K, et al. Repeated and ultrasound guided transvaginal collection and in vitro development of bovine oocytes [J]. *Anita Sci Technol*, 1995, 66(12): 1023-1030.
- [4] ROSCHLAU K, KUWER A, ROSCHLAU D, et al. Practical use of OPU/IVP in modern cattle breeding [J]. *Arch Tierz*, 2001, 44: 99-101.
- [5] BROGLIATTI G M, ADAMS G P. Ultrasound-guided transvaginal oocyte collection in prepubertal calves [J]. *Theriogenology*, 1996, 45(6): 1163-1176.
- [6] PIETERSE M C, KAPPEN K A, KRUIP TH A M, et al. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries [J]. *Theriogenology*, 1988, 30(4): 751-762.
- [7] 咎利森. 牛生产学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [8] 刘伟, 杜垒, 唐国盘, 等. 活体采卵技术的研究进展[J]. *中国牛业科学*, 2006, 32(6): 64-66, 79.
- [9] BAO B, GARVERICK H A. Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: A review [J]. *J Anita Sei*, 1998, 76(7): 1903-1921.
- [10] CHAUBAL S A, MOLINA J A, OHLRICHS C L, et al. Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period in cows [J]. *Theriogenology*, 2005, 65(8): 1631-1648.
- [11] DE ROOVER R, GENICOT G, LEONARD S, et al. Ovum pick up and in vitro embryo production in cows superstimulated with an individually adapted superstimulation protocol [J]. *Anim Reprod Sci*, 2005, 86(1/2): 13-25.
- [12] MERTON J S, DE ROOS A P W, MULLAART E, et al. Factors affecting oocyte quality and quantity in commercial application of embryo technologies in the cattle breeding industry [J]. *Theriogenology*, 2003, 59(2): 651-674.
- [13] GOODHAND K L, STAINES M E, HUTCHINSON J S M, et al. In vivo oocyte recovery and in vitro embryo production from bovine oocyte donors treated with progestagen, oestradiol and FSH [J]. *Animal reproduction science*, 2000, 63(3/4): 145-158.
- [14] 江明生, 梁兴伟, 卢克焕. 活体采集卵母细胞技术研究进展 [J]. *中国奶牛*, 2004(3): 27-28, 66.
- [15] 佟桂芝, 宋斌, 王洪宝, 等. 活体采卵技术在牛高效快繁中的应用 [J]. *现代畜牧科技*, 2018, 37(1): 17.
- [16] REICHENBACH H D, WIEBKE N H, BESENFELDER U H, et al. Transvaginal laparoscopic guided aspiration of bovine follicular oocytes: Preliminary results [J]. *Theriogenology*, 1993, 39(1): 295.
- [17] 张军旺, 王金林, 王广军. 广东地区稻田养殖小龙虾技术 [J]. *当代水产*, 2018(5): 86-87.
- [18] 唐建清, 宋胜磊, 吕佳, 等. 克氏原螯虾种群生长模型及生态参数的研究 [J]. *南京师大学报(自然科学版)*, 2003, 26(1): 96-100.
- [19] 舒畅, 刘必林, 蒋瑞, 等. 基于眼柄微结构的克氏原螯虾生长分析 [J]. *上海海洋大学学报*, 2018, 27(5): 765-772.
- [20] 史为良. 内陆水域鱼类增殖与养殖学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [21] 陈彦全, 郭少阳. 标准误差在统计与测量中的使用比较 [J]. *统计与决策*, 2014(20): 75-78.
- [22] 郝拉娣. 于化东. 标准差与标准误 [J]. *编辑学报*, 2005, 17(2): 116-118.
- [23] 盛东峰, 郭翠红. 建鲤苗种体长与体重间相互关系的分析 [J]. *河北渔业*, 2009(7): 6-7, 32.
- [24] 黄诚. 新疆乌伦古湖河鲈 (*Perca fluviatilis* Linnaeus) 种群的生长模型及生态参数的研究 [J]. *南京师大学报(自然科学版)*, 1993, 29(2): 271-277.

(上接第 106 页)

于 0.25~4.00, 如果是等速生长, 则 $b=3$ 或近似于 $3^{[10]}$ 。该研究中得到的 b 值为 2.561 4, 低于 3, 由此可见克氏原螯虾的生长属于异速生长。这与黄诚^[11]得出的水生动物体长与体重均呈异速生长的观点相一致。

参考文献

- [1] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 中国小龙虾产业发展报告(2018) [N]. *中国渔业报*, 2018-06-12(A03).
- [2] 程慧俊. 克氏原螯虾稻田养殖生态学的初步研究 [D]. 武汉: 湖北大学, 2014.
- [3] 韦成昱, 刘西磊, 杜玉兰, 等. 离岸深水抗风浪网箱养殖海鲈体长与体重的关系 [J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(27): 118-119, 121.