

文章编号: 1674-7054(2016)01-0010-07

3个凡纳滨对虾养殖群体生长性状间的关系

林冬冬¹, 骆大鹏², 邢治炫²

(1. 海南大学 经济与管理学院, 海口 570228; 2. 海南省海洋与渔业科学院, 海口 570203)

摘要: 以海南省3个凡纳滨对虾1代群体为材料, 采用相关分析和通径分析方法研究了其全长、体长、头胸甲长、头胸甲宽、头胸甲高和体质量6个生长性状之间的相关性和全长、体长、头胸甲长和头胸甲高4个形态性状对体质量的影响。结果表明: 任一群体中的6个生长性状之间均存在极显著相关, 相关系数最低为0.82, 最高为0.99; 粤海1代和旺意1代2个群体的全长对体质量的直接作用最大, 而美国SIS 1代群体则是体长对体质量的直接作用最大, 但是任一群体中的全长和体长对体质量的影响相似; 粤海1代和美国SIS 1代2个群体的4个形态性状对体质量的决定系数相近, 分别为0.873 5和0.871 5, 显著高于旺意1代群体的0.760 8。

关键词: 凡纳滨对虾; 生长性状; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S 968.31

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2016.01.002

凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*) 又称南美白对虾, 耐盐范围很广, 既可以在33~40的高盐度下正常生长^[1], 也能够2~8的低盐度下健康生长^[2]。1988年我国引进养殖, 1994年繁育成功^[3], 高密度养殖技术也取得了突破。目前, 我国的凡纳滨对虾养殖产量有的可以高达45 000 kg·hm⁻², 是海南、广东、广西和福建等沿海地区最主要的海水养殖经济动物, 年产量约150万t。我国学者对凡纳滨对虾的遗传育种进行了大量的研究, 自2010年以来, 由全国水产原种和良种审定委员会审定通过的新品种有4个, 但是, 这些新品种是以国外进口的亲虾繁育后代为基础群体进行选育的, 其主要生长性状与原种相比仍有较大的差距。目前, 我国凡纳滨对虾养殖的虾苗主要靠进口种虾进行繁育, 或者从进口原种繁育养殖的子1代和子2代中选择性状优良的个体繁育。因此, 我国仍然需要长期持续开展凡纳滨对虾的良种选育。无论是遗传育种研究还是生产上繁育苗种, 优良亲本的选择都是关键环节。在凡纳滨对虾的生长相关表型性状(总体长、体长、体质量和头胸甲长等)中, 体质量是优良亲本选择的根本性指标和最直接的育种目标性状^[4], 了解生长相关表型性状之间的关联性, 尤其是其他性状与体质量之间的关系是正确选择亲本的前提。单相关分析没有全面揭示变量间的相互关系, 多元回归分析不能直接比较各自变量对因变量的影响, 而通径分析则克服了相关分析与回归分析的不足, 现已广泛应用于贝类和对虾等水产经济动物的遗传育种研究^[5-8]。有关凡纳滨对虾的研究主要集中在免疫^[9-10]、营养与饲料^[11-12]、分子标记^[13]和养殖模式^[14]等方面, 采用相关分析和通径分析方法研究凡纳滨对虾的形态性状与体质量的关系仅见文献^[4]的报道, 但研究样本较小。为了准确地揭示凡纳滨对虾生长性状间的关系, 阐明形态性状对体质量的影响, 比较生长性状间相关性在不同养殖群体是否具有一致性, 笔者以海南的3个主要凡纳滨对虾品系为材料, 用大样本分析了体质量等主要生长性状彼此间的相关性, 并采用通径分析揭示体长和头胸甲长等对体质量的直接和间接影响, 旨在为凡纳滨对虾的苗种繁育和良种选育提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料 笔者于2013-03-10从粤海苗种公司购买初始体长为(4.51±0.61) mm的第1代凡纳

收稿日期: 2014-12-04

基金项目: 海南省国际科技合作专项(KJHZ2013-09)

作者简介: 林冬冬(1989-), 男, 助教. E-mail: 446528397@qq.com

通信作者: 邢治炫, 男, 助理工程师. 研究方向: 海水养殖与养殖生态调控. E-mail: xingyixuan168@163.com

滨对虾苗(越南种),在海南省琼海市鸿源对虾养殖基地养殖(盐度为17的高位虾塘),92 d后,随机选取1 000只凡纳滨对虾(称为粤海1代,YH1)测量总体长等生长相关性状。2013-04-10从旺意水产虾苗公司购买初始体长为(9.04 ± 0.81) mm的第1代凡纳滨对虾苗(泰国种),在海南渔业科技技术服务有限公司琼海对虾养殖基地养殖(盐度为10的高位虾塘),68 d后,随机选取1 000只凡纳滨对虾(旺意1代,WY1)测量总体长等生长相关性状。2013-05-08从美国迈阿密SIS公司购买初始体长为(17.52 ± 1.12) mm的第1代凡纳滨对虾苗,在海南省琼海市汇达对虾养殖基地养殖(盐度为5的高位虾塘),38 d后,随机选取1 000只凡纳滨对虾(美国SIS1代,SIS1)测量总体长等生长相关性状。

1.2 表型性状测量 凡纳滨对虾的全长、体长、头胸甲长、头胸甲高和头胸甲宽等表型性状用数显游标卡尺进行测量(精度0.1 mm),体质量用电子天平进行测量(精度0.01 g)。

1.3 数据统计分析 采用Excel对测量的体长等生长相关性状结果进行初步整理,获取平均值和标准差;然后用DPS 14.5统计软件分析各性状间的相关性^[5],并以形态性状(全长、体长、头胸甲长、头胸甲宽和头胸甲高)作为自变量,以体质量作为因变量进行通径分析。

2 结果与分析

2.1 3个凡纳滨对虾群体的6个生长性状的统计量 从表1可知,旺意1代的所有被测量性状的数值均是最大的,而美国SIS1代的各项数值最小。粤海1代养殖92 d后体长为(83.41 ± 17.50) mm,增长了78.91 mm,日均增长0.86 mm,日均体长增长最小。旺意1代养殖68 d后体长为(96.17 ± 7.21) mm,增长了87.17 mm,日均体长增长1.28 mm。美国SIS1代养殖38 d后体长为(79.25 ± 12.29) mm,增长了61.73 mm,日均增长最高,达到了1.63 mm。

表1 3个凡纳滨对虾群体6个生长性状的统计量

Tab. 1 The 6 growth traits of 3 populations of *Litopenaeus vannamei*

生长性状 Growth trait	粤海1代 YH1	旺意1代 WY1	美国SIS1代 SIS1
全长/mm Total length	96.35 ± 19.63	111.10 ± 8.49	90.85 ± 13.78
体长/mm Body length	83.41 ± 17.50	96.17 ± 7.21	79.25 ± 12.29
头胸甲长/mm Carapace length	19.94 ± 4.23	22.39 ± 1.98	19.39 ± 2.84
头胸甲宽/mm Carapace width	11.12 ± 2.82	12.95 ± 1.34	10.41 ± 2.18
头胸甲高/mm Carapace height	12.26 ± 2.93	13.83 ± 1.32	11.47 ± 2.05
体质量/g Body weight	6.65 ± 3.37	9.10 ± 1.95	5.37 ± 2.43

2.2 3个凡纳滨对虾养殖群体的生长性状间的相关性 从表2可知,3个凡纳滨对虾养殖群体中的6个生长性状间均存在极显著的相关性($P < 0.01$)。粤海1代群体中,全长和体长之间的相关系数最大,为0.94;头胸甲长和头胸甲高之间的相关系数最小,为0.76;各性状中与体质量之间的相关系数最大的是全长(0.92),最小的是头胸甲宽和头胸甲高(均为0.80)。美国SIS1代群体中各性状间的相关系数都很大,最小为0.90;体长与全长之间、头胸甲宽与头胸甲高之间的相关系数最高,都是0.99;体质量和头胸甲高之间的相关系数最小,为0.90;形态性状与体质量之间的相关系数最大的是全长和体长,都是0.93。旺意1代群体中,彼此间的相关系数最高的仍然是头胸甲宽与头胸甲高之间、体长与全长之间,分别为0.99和0.98;彼此间相关系数最高的则是头胸甲长与体质量之间,为0.82;各性状与体质量之间的相关系数最大的仍然是全长,为0.87。

表 2 3 个凡纳滨对虾群体 6 个生长性状的相关性
Tab. 2 The correlativity of 3 populations of *L. vannamei* in the 6 growth traits

品系 Population	性 状 Trait	全长 Total length	体长 Body length	头胸甲长 Carapace length	头胸甲宽 Carapace width	头胸甲高 Carapace height	体质量 Body weight
粤海 1 代 YH1	全长 Total length		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	体长 Body length	0.94		0.00	0.00	0.00	0.00
	头胸甲长 Carapace length	0.82	0.84		0.00	0.00	0.00
	头胸甲宽 Carapace width	0.82	0.81	0.79		0.00	0.00
	头胸甲高 Carapace height	0.80	0.79	0.76	0.92		0.00
	体质量 Body weight	0.92	0.90	0.82	0.80	0.80	
旺意 1 代 WY1	全长 Total length		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	体长 Body length	0.98		0.00	0.00	0.00	0.00
	头胸甲长 Carapace length	0.91	0.91		0.00	0.00	0.00
	头胸甲宽 Carapace width	0.92	0.92	0.89		0.00	0.00
	头胸甲高 Carapace height	0.92	0.92	0.90	0.99		0.00
	体质量 Body weight	0.87	0.86	0.82	0.83	0.83	
美国 SIS 1 代 SIS1	全长 Total length		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	体长 Body length	0.99		0.00	0.00	0.00	0.00
	头胸甲长 Carapace length	0.96	0.96		0.00	0.00	0.00
	头胸甲宽 Carapace width	0.95	0.96	0.95		0.00	0.00
	头胸甲高 Carapace height	0.95	0.95	0.94	0.99		0.00
	体质量 Body weight	0.93	0.93	0.91	0.91	0.90	

2.3 粤海 1 代凡纳滨对虾形态性状对体质量影响的通径分析 粤海 1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状对体质量影响的通径分析结果显示(表 3) ,全长的直接影响最大,其次是体长,头胸甲高和头胸甲长的影响相近且相对较小。在 4 个形态性状中,对体质量的间接影响最大的是头胸甲长和体长,间接影响系数分别是 0.722 4 和 0.713 6; 头胸甲高对体重的间接影次之,间接系数为 0.676 4; 对体质量间接影响最小的是全长,间接系数为 0.350 1。粤海 1 代凡纳滨对虾的体长、头胸甲长和头胸甲高均是通过全长间接影响体质量的。

从表 3 还可知,粤海 1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状对体质量的总影响最大的是全长,体长次之,而头胸甲长和头胸甲高则明显较小,但最小的总系数也有 0.797 8。4 个形态性状对粤海 1 代凡纳滨对虾体质量的总决定系数高达 0.873 5。

表 3 粤海 1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状对体质量影响的通径分析
Tab. 3 Path analysis of effects of 4 morphological traits on body weight of YH1

变 量 Variable	全长 Total length	体长 Body length	头胸甲长 Carapace length	头胸甲高 Carapace height
直接系数 Direct effect coefficient	0.574 5	0.188 2	0.092 9	0.121 4
间接影响系数 Indirect effect coefficient	0.350 1	0.713 6	0.722 4	0.676 4
通过全长 By total length		0.540 2	0.472 4	0.457 5
通过体长 By total body length	0.177 0		0.157 7	0.148 3
通过头胸甲长 By carapace length	0.076 4	0.077 8		0.070 6
通过头胸甲高 By carapace height	0.096 7	0.095 6	0.092 3	
总系数 Total coefficient	0.924 6	0.901 8	0.815 3	0.797 8
决定系数 R^2 Determination coefficient		0.873 5		

2.4 旺意 1 代凡纳滨对虾形态性状对体质量影响的通径分析 从表 4 可知,在旺意 1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状中,对体质量的直接影响最大的是全长,直接影响系数为 0.450 9;头胸甲长和体长对体质量的直接影响相近,直接影响系数分别为 0.175 9 和 0.151 3;头胸甲长对体质量的直接影响最小,其直接系数仅为 0.114 6。

旺意 1 代凡纳滨对虾的体长和头胸甲长对体质量的间接影响最大,其间接影响系数分别是 0.709 9 和 0.704 8;头胸甲高对体质量的间接影响略小于体长和头胸甲长,其间接影响系数为 0.656 8;全长对体质量的间接影响最小,间接影响系数为 0.414 5。

从表 4 中还可以看出,旺意 1 代凡纳滨对虾的全长和体长对体质量总的影响也是最大的,二者的总系数相似,分别为 0.865 4 和 0.861 2;头胸甲高对体质量的总影响系数为 0.832 7,略高于头胸甲长对体质量的总影响系数(0.819 4)。旺意 1 代凡纳滨对虾 4 个形态性状对体质量的总决定系数比粤海 1 代凡纳滨对虾和美国 SIS 1 代凡纳滨对虾都低,为 0.760 8。

表 4 旺意 1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状对体质量影响的通径分析
Tab. 4 Path analysis of effects of 4 morphological traits on the body weight of WY1

变 量 Variable	全长 Total length	体长 Body length	头胸甲长 Carapace length	头胸甲高 Carapace height
直接系数 Direct effect coefficient	0.450 9	0.151 3	0.114 6	0.175 9
间接影响系数 Indirect influence coefficient	0.414 5	0.709 9	0.704 8	0.656 8
通过全长 By total length		0.443 3	0.408 8	0.414 8
通过体长 By body length	0.148 8		0.138 2	0.139 2
通过头胸甲长 By carapace length	0.103 9	0.104 7		0.102 8
通过头胸甲高 By carapace height	0.161 8	0.161 9	0.157 8	
总系数 Total coefficient	0.865 4	0.861 2	0.819 4	0.832 7
决定系数 R^2 Determination coefficient		0.760 8		

2.5 美国 SIS 1 代凡纳滨对虾形态性状对体质量影响的通径分析 从表 5 可知,4 个形态性状中,体长对体质量的直接影响最大,直接影响系数为 0.351 3;对体质量直接影响最小的性状是头胸甲高,与粤海 1 代相近,直接影响系数为 0.138 7;头胸甲长和全长对体质量的直接影响相似,直接影响系数分别为 0.233 2 和 0.223 1。4 个形态性状中,对体质量间接影响最大的性状是头胸甲高,间接影响系数为 0.766 0;全长和头胸甲长对体质量的间接影响次之,二者的间接影响系数相近,分别为 0.702 7 和 0.681 4;体长对体质量的间接影响最小,间接系数为 0.576 7。

通径分析结果还表明(表 5),美国 SIS 1 代凡纳滨对虾的体长和全长对体质量总的影响最大,而且二者的总系数相似,分别为 0.928 0 和 0.925 8;头胸甲长对体质量的总体影响次之,其总系数为 0.914 6;头胸甲高的总影响系数最小,总系数为 0.904 7。4 个形态性状对美国 SIS 1 代凡纳滨对虾体质量的总决定系数达 0.871 5。

表 5 美国 SIS1 代凡纳滨对虾的 4 个形态性状对体质量影响的通径分析
Tab. 5 Path analysis results of effects of 4 morphological traits on the body weight of SIS1

变 量 Variable	全长 Total length	体长 Body length	头胸甲长 Carapace length	头胸甲高 Carapace height
直接系数 Direct effect coefficient	0.223 1	0.351 3	0.233 2	0.138 7
间接影响系数 Indirect effect coefficient	0.702 7	0.576 7	0.681 4	0.766 0
通过全长 By total length		0.221 0	0.213 4	0.211 8
通过体长 By body length	0.348 0		0.337 1	0.334 1
通过头胸甲长 By carapace length	0.223 0	0.223 8		0.220 1
通过头胸甲高 By carapace height	0.131 7	0.131 9	0.130 9	
总系数 Total coefficient	0.925 8	0.928 0	0.914 6	0.904 7
决定系数 R^2 Determination coefficient		0.871 5		

3 讨 论

对虾的生长相关性状有很多,包括全长、体长、头胸甲长、体质量等,在进行苗种繁育和良种培育时需要依据这些性状进行亲本的选择。如果每个性状都作为选择参数,不但耗时费力,而且还影响选择对虾的活力,因此,在分析对虾生长性状间的相关性基础上,确定 1~2 个检测简便的主要性状作为选择依据,有助于提高效率和降低成本。国外很早就开展了白对虾(*Penaeus setiferus*)^[14]、皇家红对虾(*Hymenopenaeus robustus*)^[17]、短沟对虾(*Penaeus semisulcatus*) 和阿拉伯海湾几种重要经济对虾^[18] 的生长性状间相关性研究,结果显示,生长性状间存在显著或者极显著相关性。国内的相关研究起步较晚,2008 年,孙成波等人对北部湾野生长毛明对虾(*Fenneropenaeus penicillatus*) 体质量和形态性状的关系进行了研究,结果显示,体长、头胸甲长、胸宽、胸高、第 1 腹节高和第 1 腹节宽彼此之间均存在极显著正相关^[19];日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*) 的体长、头胸甲长、胸宽、第 1 腹节高、第 1 腹节宽和第 3 腹节高彼此间也存在极显著的正相关,而胸高则只与胸宽成显著正相关^[20]。胸高与其他生长性状间的相关性在长毛明对虾和日本囊对虾之间有明显的差异。凡纳滨对虾的体长、头胸甲长、胸宽、胸高和体质量 5 个生长性状彼此间均存在极显著正相关^[4];何铜等人研究结果也显示,不同月龄凡纳滨对虾的全长、体长、第 1 腹节背高、第 3 腹节背高、第 1 腹节背宽、头胸甲长和体质量等生长性状彼此间存在极显著的正相关^[21]。本研究结果表明,3 个凡纳滨对虾养殖群体生长性状间的相关性只有胸高与日本囊对虾的不同,其余的与日本囊对虾、长毛明对虾和凡纳滨对虾的结果相似。因此,凡纳滨对虾的生长性状彼此间存在极显著的正相关关系,亲本选择时考察少数性状即可。

体质量是对虾生产最主要的考虑性状。刘小林等的研究结果表明,体长和体质量的相关系数最高(没有研究全长)^[4];何铜等的研究结果显示,前3个月龄的凡纳滨对虾全长和体长与体质量的相关系数有明显的逐渐递增,并且3月龄后相关系数至少为0.941 2,最高的达到0.962 6^[4]。本研究3个凡纳滨对虾养殖群体全长与体质量的相关系数都是最高的,其次是体长和体质量的相关系数,因而,全长和体长均可以作为亲本体质量选择的替代性状。美国SIS 1代的全长和体长与体质量的相关系数相同,均略高于粤海1代,并明显高于旺意1代;因此,以全长和体长为指标选择亲本时,在美国SIS 1代、粤海1代和旺意1代间对体质量的选择效果可能略有差异。

通径分析方法既消除了相关分析结果可能存在的片面性,又解决了多元回归分析偏回归系数带有单位致使因果效应不能直接比较的问题^[23],已广泛应用于中国对虾^[5]、杂色鲍^[6]、华贵栉孔扇贝^[7]等水产经济动物的遗传育种。刘小林等关于凡纳滨对虾生长性状通径分析的研究结果显示,凡纳滨对虾的体长对体质量的直接作用是最大的,显著高于头胸甲长、胸宽对体质量的直接作用^[4]。本研究中,美国SIS 1代的通径分析结果与刘小林等^[4]结果类似,即体长对体质量的直接作用最大,但是,粤海1代和旺意1代群体则是全长对体质量的直接作用最大,体长对体质量的直接作用与头胸甲高对体质量的直接作用相近,并均高于头胸甲长对体质量的直接作用。由于刘小林等^[4]没有研究全长对体质量直接作用,因而,有的凡纳滨对虾群体可能是体长对体质量的直接作用最大,而有的凡纳滨对虾群体则可能是全长对体质量的直接作用最大,因此,选择亲本时需要同时考虑全长和体长。本研究3个群体中的每一个群体的体长和全长对体质量总的作用系数相近,且均明显高于头胸甲长和头胸甲高对体质量的总作用系数,这暗示在亲本选择时有必要同时关注全长和体长。

粤海1代和美国SIS 1代的全长、体长、头胸甲长和头胸甲高共同对体质量的总决定系数相似,并且明显高于旺意1代,表明凡纳滨对虾不同群体间相同形态性状对体质量的影响可能存在差异。刘小林等^[4]研究结果显示,体长、头胸甲长、胸宽和胸高的单独决定系数和(体长和头胸甲长)、(胸宽和胸高)两两决定系数的总和高于本研究的结果,这可能是研究群体不同所致,也可能与研究性状有一定的差异有关,还可能受样本大小影响所致。粤海1代、美国SIS 1代和旺意1代3个凡纳滨对虾养殖群体的研究结果显示,群体间不仅在全长、体长、头胸甲长、头胸甲宽、头胸甲高和体质量等表型性状之间的相关性有一定的差异,而且形态性状对体质量的影响也存在不同,这既表明凡纳滨对虾表型性状间关系的可变性和多样性,也暗示这3个群体间的遗传组成有较大的多样性,可以用作凡纳滨对虾良种选育的基础群体,通过选择和群体间杂交等开展良种培育。

参考文献:

- [1] Samocha T M, Lawrence A L, Pooser D. Growth and survival of juvenile *Penaeus vannamei* in low salinity water in a semi-closed recirculating system [J]. Israeli Journal of Aquaculture, 1998, 50(2): 55-59.
- [2] 王兴强,马姓,董双林. 凡纳滨对虾生物学及养殖生态学研究进展 [J]. 海洋湖沼通报, 2004, (4): 94-100.
- [3] Ponce-palafox J, Martinez-palacios C A, ROSS L G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone [J]. Aquaculture, 1997, 157: 107-115.
- [4] 刘小林,吴长功,张志怀,等. 凡纳对虾形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 生态学报, 2004, 24(4): 857-862.
- [5] 李健,刘萍,何玉英,等. 中国对虾快速生长新品种“黄海1号”的人工选育 [J]. 水产学报, 2005, 29(1): 1-5.
- [6] 刘志刚,章启忠,王辉. 华贵栉孔扇贝主要经济性状对闭壳肌质量的影响效果分析 [J]. 热带海洋学报, 2009, 28(1): 61-66.
- [7] 谈佳玉,徐文其,欧阳杰,等. 叉斑狗母鱼形态性状的相关性及通径分析 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(5): 71-75.
- [8] 游伟伟,柯才焕,蔡明夷,等. 杂色鲍日本群体与台湾群体杂交的初步研究 [J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, 44(5): 701-705.
- [9] 徐萌霖,梁艳,卢金凤,等. 凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)造血激素的组织分布及细胞定位分析 [J]. 海洋与湖沼, 2014, 45(1): 190-196.
- [10] 刘小玲,徐向群,黄燕华,等. 栉孔菌多糖对凡纳滨对虾生长和血清免疫相关酶活性的影响 [J]. 水产科学, 2014, 33(4): 201-207.
- [11] 何亚丁,华雪铭,孔纯,等. 小球藻藻渣替代豆粕对凡纳滨对虾生长性能和氮磷排放的影响 [J]. 水产学报, 2014, 38

- (9): 1538 – 1547.
- [2] 夏明宏, 黄晓玲, 黎明, 等. 凡纳滨对虾幼虾对饲料中生物素的需求量 [J]. 动物营养学报, 2014, 26(6): 1513 – 1520.
- [3] 彭敏, 陈秀荔, 赵永贞, 等. 荧光标记微卫星技术用于凡纳滨对虾不同家系亲权关系鉴定 [J]. 水生态学杂志, 2014, 35(4): 60 – 67.
- [4] 徐孝栋, 栾生, 罗坤, 等. 凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 育种核心群体在连续排污养殖模式下的生长和存活性能分析 [J]. 渔业科学进展, 2014, 35(4): 32 – 38.
- [5] 顾志峰, 叶乃好, 石耀华. 实用生物统计学 [M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [6] Anderson W W, Lindner M J. Length – weight relation in the common or white shrimp, *Penaeus setiferus* [J]. Fish Wildl Serv Special Sci. Rep., 1958, 256: 1 – 13.
- [7] Klima E F. Length-weight relation and conversion of “whole” and “headless” weights of royal-red shrimp, *Hymenopenaeus robustus* (Smith) [J]. Fish Wildl Serv Special Sci. Rep., 1969, 585: 1 – 5.
- [8] Farmer A S D. Morphometric relationships of commercially important species of penaeid shrimp from the Arabian Gulf. Kuwait Bull [J]. Mar Sci., 1986(7): 1 – 21.
- [9] 孙成波, 李镇泉, 黄海立, 等. 北部湾野生长毛明对虾 (*Fenneropenaeus penicillatus*) 体重和形态性状的关系 [J]. 广东海洋大学学报, 2008, 26(6): 76 – 80.
- [10] 孙成波, 邓先余, 李镇泉, 等. 北部湾野生日本囊对虾 (*Marsupenaeus japonicus*) 体重和形态性状的关系 [J]. 海洋与湖沼, 2008, 39(3): 263 – 268.
- [11] 何铜, 刘小林, 杨长明, 等. 凡纳滨对虾各月龄性状的主成分与判别分析 [J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2134 – 2142.
- [12] Ahmed M, Abbas G. Growth parameters of finfish and shellfish juveniles in the tidal waters of Bhanbhere, Pakistan [J]. Journal of Zoology, 2003, 32(1): 21 – 26.

Relationship of Growth Traits Among Three Cultured Populations of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*)

LIN Dongdong¹, LUO Dapeng², XING Yixuan²

(1. The School of Economics and Management, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

2. Hainan Academy of Ocean and Fishery Sciences, Haikou, Hainan 570203, China)

Abstract: Shrimps of the first generation of 3 populations of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) were used to determine 6 growth traits, i. e., total length, body length, carapace length, carapace width, carapace height and body weight for analysis of the correlativity of these growth traits among the 3 populations of whiteleg shrimp by using the correlation analysis method, and the effect of the 4 morphological traits, i. e., total length, body length, carapace length and carapace height on the quality of the shrimps was analyzed by using the path analysis method. Each population showed highly significant difference in 6 growth traits with the lowest and highest correlation the coefficient of 0.82 and 0.99, respectively. Both populations YH1 and WY1 had the highest direct effect of the total length of the shrimps on the body weight while the population SIS1 had the highest direct effect of the body length on the body weight. However, each population had similar effect of total length and body length on body weight. Both populations YH1 and SIS1 had similar determination coefficients of the 4 morphological traits on body weight, 0.873 5 and 0.871 5, respectively, which were obviously higher than the determination coefficients of population WY1 (0.760 8).

Keywords: *Litopenaeus vannamei*; growth trait; correlation analysis; path analysis