

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2020.19109

解放眉足蟹形态性状对重量性状影响的效果分析

张新明^{1,2}, 程顺峰³, 张敏⁴

1. 日照职业技术学院海洋工程学院, 山东 日照 276826;
2. 日照市海洋生物工程技术研究中心, 山东 日照 276826;
3. 青岛农业大学生命科学学院, 山东 青岛 266109;
4. 青岛农业大学海洋科学与工程学院, 山东 青岛 266109

摘要: 为研究解放眉足蟹(*Blepharipoda liberate* Shen)形态性状与重量性状的关系, 测量了解放眉足蟹甲高(C)、体长(L)、甲长(L₁)、甲棘长(L₂)、棘间长(L₃)、棘间宽(W₁)、甲宽(W₂)、甲基宽(W₃)、第一腹节长(F₁)、第一腹节宽(F₂)、螯长(A₁)、螯棘长(A₂)、湿重(W_w)、干重(W_D)等 14 个生物学指标, 通过相关分析、通径分析和回归分析等方法进行了研究。结果表明解放眉足蟹雌性个体在 14 个数量指标上显著高于雄性(P<0.01), 重量指标的变异系数大于形态指标, 形态指标和重量指标呈极显著的相关关系(P<0.01)。对于雄性个体而言, 体长(L)、甲棘长(L₂)、棘间宽(W₁)对湿重、干重的直接作用和直接决定系数较大; 对于雌性个体而言, 体长(L)、甲宽(W₂)对湿重、干重的直接作用和直接决定系数较大。雄性和雌性个体形态性状对湿重的回归方程分别为 $Y = -4.992 + 0.238L$ 和 $Y = -9.903 + 0.285L + 0.167W_2$ 。雄性和雌性个体形态性状对干重的回归方程分别为 $Y = -1.523 + 0.082L - 0.04W_1$ 和 $Y = -2.65 + 0.098L$ 。本研究可为解放眉足蟹选育评价提供相关参考。

关键词: 解放眉足蟹; 生物学性状; 重量; 通径分析; 回归分析

中图分类号: S917

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2020)01-0062-12

解放眉足蟹(*Blepharipoda liberate* Shen)甲壳非常薄, 味道鲜美, 干品中粗蛋白高达 35%以上, 8 种必需氨基酸含量占氨基酸总量的 46.23%, 饱和脂肪酸含量占脂肪酸总量的 73.9%^[1], 因此深得消费者的喜爱。由于过度捕获, 野生资源逐渐减少。目前解放眉足蟹仅在营养、形态、分类、遗传多样性等方面有少量研究^[1-4], 急需开展增殖、苗种繁育和遗传育种等方面的研究工作。

建立形态学性状间的关系是进行资源评估、遗传育种等工作的基础^[5]。形态性状和体重指标是遗传育种与种苗繁殖研究的重要依据^[6]。多元分析是动物育种过程中常用的选择手段^[7], 利用多元回归分析, 可以通过形态性状的选择达到选种目的^[8]。

通径分析和多元回归分析在贝类^[7]、蟹类^[5-6, 9-10]、虾类^[8, 11-16]、鱼类^[17]等水产动物上得到广泛应用。徐海龙等^[5]采用相关分析、通径分析和逐步回归

分析方法, 分析了渤海湾 4 种蟹类表型形态性状对体重的作用效果。刘小林等^[8]定量地分析了凡纳滨对虾形态性状对体重的影响效果。吴彪等^[7]随机选取中国江苏与韩国通营两个不同地理群体魁蚶(*Scapharca broughtonin*), 采用多元分析方法分析了各形态性状对体重的影响效果。刘莹等^[17]对大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)幼鱼及成鱼 7 个性状进行分析, 同时获得形态性状与体重之间的最佳拟合模型。关于解放眉足蟹形态性状和重量之间的关系未见研究报道。本研究测量了解放眉足蟹的生物学性状数据并进行了形态性状和重量性状的通径分析, 为开展进一步研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

用于实验的解放眉足蟹活体于 2019 年 3 月采

收稿日期: 2019-04-22; 修订日期: 2019-06-12.

基金项目: 国家自然科学基金项目(31572652).

作者简介: 张新明(1978-), 副教授, 从事水产养殖生物学研究. E-mail: zxm9706@163.com

集于日照沿海,从样品中随机抽取 136 个个体用于研究(其中雄性 62 个,雌性 74 个),样品平均体重(3.96 ± 1.81) g,平均体长(36.86 ± 6.14) mm。实验用电子天平(型号 JCS-300)产自浙江凯丰集团有限公司,称量精度 0.01 g;游标卡尺产自台州市航宇工量刃具有限公司,测量精度 0.02 mm。

1.2 实验方法

将解放眉足蟹用海水冲洗干净,擦干表面水分之后进行测量。利用游标卡尺分别测量甲高^[9](C)、体长^[12](L)、甲长^[4](L₁)、甲棘长(L₂)、棘间长(L₃)、棘间宽^[4](W₁)、甲宽^[4](W₂)、甲基宽(W₃)、第一腹节长^[8](F₁)、第一腹节宽^[8](F₂)、螯长^[6](A₁)、螯棘长(A₂)等形态指标。利用电子天平称量个体的湿重(W_w)和干重(W_D)。

各生物学指标界定:

甲高(C): 背面到腹面的最大距离。

体长(L): 眼柄基部棘刺最高点到尾柄末端的距离。

甲长(L₁): 眼柄基部棘刺最高点到背面壳底部的距离。

甲棘长(L₂): 甲壳基部最高点到甲壳侧面第四棘的距离。

棘间长(L₃): 甲壳侧面第一棘到第四棘之间的距离。

棘间宽(W₁): 甲壳两侧第一棘之间的距离。

甲宽(W₂): 甲壳左右两边的最大距离。

甲基宽(W₃): 甲壳基部最高点之间的距离。

第一腹节长(F₁): 腹部第一体节前后之间的最大距离。

第一腹节宽(F₂): 腹部第一体节左右之间的最大距离。

螯长(A₁): 胸部第一足上螯的长度。

螯棘长(A₂): 胸部第一足上螯侧面棘到螯前端的最大距离。

干重(W_D): 60℃条件下在恒温干燥箱中烘干至恒重。

1.3 数据分析

使用 Excel 和 SPSS17.0 统计软件对测量数据进行相关分析。使用 Excel 计算平均值、标准差、变异系数等,使用 SPSS 17.0 对性状参数进行相关性分析以及通径分析,采用逐步多元线性回归法建立外形性状对重量性状的回归方程。

2 结果与分析

2.1 解放眉足蟹各生物学性状

解放眉足蟹甲高(C)、体长(L)、甲长(L₁)、甲棘长(L₂)、棘间长(L₃)、棘间宽(W₁)、甲宽(W₂)、甲基宽(W₃)、第一腹节长(F₁)、第一腹节宽(F₂)、螯长(A₁)、螯棘长(A₂)、湿重、干重等生物学性状有关数据见表 1 和表 2。从表中可以看出重量指标的变异系数大于形态指标,说明重量指标的选择潜力大于形态指标。从表 1 可以看出各数量指标的差异不显著($P>0.05$),符合正态分布。从表 2 来看,解放眉足蟹雄性和雌性个体各项生物学指标差异非常显著,雌性个体各项数据比雄性个体普遍要大。

2.2 解放眉足蟹各数量性状间的相关系数分析

从表 3 和表 4 可以看出,解放眉足蟹数量性状间的相关性非常强,除了雄性个体甲基宽(W₃)和棘间长(L₃)相关系数为显著相关外($P<0.05$),其他各数量性状相关系数均为极显著相关($P<0.01$)。在形态性状中雄性甲高(C)与体长(L)的相关系数最大(0.965),棘间长(L₃)与甲基宽(W₃)的相关系数最小(0.449);雌性甲高(C)与甲长(L₁)相关系数最

表 1 解放眉足蟹各数量性状的数据值
Tab. 1 Data values of quantitative traits of *Blepharipoda liberate* Shen

指标 index	C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₂	A ₁	A ₂	W _w	W _D
均值 mean	12.73	36.86	21.56	14.20	8.94	12.56	17.54	7.77	5.20	6.36	7.69	3.96	1.04
标准差 standard deviation	2.16	6.14	3.51	2.41	1.67	2.17	3.05	1.56	0.77	0.99	1.15	1.81	0.51
变异系数 coefficient of variation	16.96	16.64	16.27	17.00	18.66	17.27	17.39	20.11	14.75	15.59	14.89	45.71	49.06
正态性检验 K-S	0.53	0.79	0.83	0.85	0.64	0.69	0.74	0.93	1.02	1.18	0.98	1.21	1.30
normal test 显著性 visibility	0.94	0.57	0.50	0.47	0.80	0.73	0.64	0.36	0.25	0.12	0.29	0.11	0.07

表 2 解放眉足蟹雄性和雌性个体各数量性状的数据比较

Tab. 2 Comparison of quantitative traits between male and female *Blepharipoda liberate* Shen individuals

指标 index		C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	W _w	W _D
雄性 male	均值 mean	10.95	31.42	18.92	12.15	7.58	10.87	6.43	3.87	4.67	5.64	6.78	2.49	0.62
	标准差 standard deviation	1.20	2.76	2.60	1.18	1.13	0.97	0.72	0.47	0.47	0.45	0.54	0.67	0.19
	变异系数 coefficient of variation	10.96	8.78	13.74	9.69	14.90	8.89	11.16	12.20	10.02	7.96	8.00	26.74	31.27
指标 index		C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	W _w	W _D
雌性 female	均值 mean	14.22	41.42	23.77	15.91	10.08	13.96	8.89	4.99	5.64	6.96	8.46	5.20	1.40
	标准差 standard deviation	1.57	4.11	2.50	1.75	1.10	1.87	1.13	0.49	0.68	0.92	0.94	1.52	0.41
	变异系数 coefficient of variation	11.02	9.92	10.50	10.98	10.88	13.37	12.71	9.89	12.09	13.25	11.08	29.30	29.28
T		-11.31	-13.87	-10.04	-12.84	-10.90	-9.91	-12.37	-10.46	-8.04	-8.84	-10.95	-10.95	-11.90
P		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 3 雄性解放眉足蟹数量性状间的相关系数

Tab. 3 Correlation coefficient between quantitative traits of male *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	W _w	W _D
C	1	0.965**	0.616**	0.843**	0.590**	0.907**	0.957**	0.840**	0.732**	0.818**	0.836**	0.799**	0.956**	0.957**
L		1	0.646**	0.828**	0.561**	0.924**	.0961**	0.795**	0.786**	0.852**	0.829**	0.834**	0.986**	0.987**
L ₁			1	0.896**	0.800**	0.723**	0.686**	0.528**	0.520**	0.578**	0.605**	0.625**	0.638**	0.603**
L ₂				1	0.811**	0.857**	0.858**	0.734**	0.641**	0.669**	0.763**	0.745**	0.832**	0.809**
L ₃					1	0.658**	0.595**	0.449*	0.498**	0.539**	0.568**	0.600**	0.568**	0.546**
W ₁						1	0.921**	0.725**	0.784**	0.836**	0.831**	0.844**	0.889**	0.883**
W ₂							1	0.802**	0.774**	0.817**	0.834**	0.848**	0.948**	0.946**
W ₃								1	0.581**	0.596**	0.725**	0.680**	0.812**	0.797**
F ₁									1	0.769**	0.678**	0.707**	0.775**	0.755**
F ₂										1	0.640**	0.684**	0.823**	0.824**
A ₁											1	0.884**	0.822**	0.791**
A ₂												1	0.819**	0.804**
W _w													1	0.994**
W _D														1

注: **表示在 0.01 水平上显著相关; *表示在 0.05 水平上显著相关。
Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level. * indicates significant correlation at 0.05 level.

大(0.971); 第一腹节宽(F_2)与甲基宽(W_3)的相关系数最小(0.545)。形态性状对质量性状的相互关系中, 雄性体长(L)与湿重、干重的相关系数最大(分别为 0.986 和 0.987), 棘间长(L_3)与湿重、干重

的相关系数最小(分别为 0.568 和 0.546); 雌性体长(L)与湿重、干重的相关系数最大(分别为 0.979 和 0.981), 第一腹节宽(F_2)与湿重、干重的相关系数最小(分别为 0.760 和 0.757)。

表 4 雌性解放眉足蟹数量性状间的相关系数

Tab. 4 Correlation coefficient between quantitative traits of female *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	W _w	W _D
C	1	0.935**	0.971**	0.944**	0.921**	0.820**	0.947**	0.846**	0.877**	0.734**	0.899**	0.862**	0.943**	0.930**
L		1	0.950**	0.935**	0.919**	0.833**	0.930**	0.837**	0.856**	0.751**	0.877**	0.855**	0.979**	0.981**
L ₁			1	0.959**	0.950**	0.853**	0.959**	0.865**	0.887**	0.691**	0.899**	0.872**	0.948**	0.934**
L ₂				1	0.906**	0.799**	0.962**	0.859**	0.864**	0.682**	0.883**	0.864**	0.933**	0.926**
L ₃					1	0.844**	0.941**	0.820**	0.854**	0.756**	0.878**	0.845**	0.930**	0.912**
W ₁						1	0.843**	0.773**	0.753**	0.629**	0.728**	0.768**	0.846**	0.833**
W ₂							1	0.866**	0.880**	0.706**	0.886**	0.899**	0.941**	0.927**
W ₃								1	0.775**	0.545**	0.785**	0.787**	0.827**	0.830**
F ₁									1	0.746**	0.820**	0.766**	0.832**	0.829**
F ₂										1	0.677**	0.682**	0.760**	0.757**
A ₁											1	0.835**	0.886**	0.876**
A ₂												1	0.866**	0.843**
W _w													1	0.990**
W _D														1

注: **表示在 0.01 水平上显著相关。
Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level.

2.3 解放眉足蟹各形态性状对重量性状的通径分析

2.3.1 解放眉足蟹各形态性状对湿重的通径分析

解放眉足蟹各形态性状对湿重的通径分析见

表 5 和表 6。从表中可以看出, 各形态性状对湿重的直接作用和间接作用表现不同。对于雄性个体而言, 体长(L)对湿重的直接作用最大, 通径系数达到 1.07, 其次是甲棘长(L₂), 通径系数为 0.188。

表 5 雄性解放眉足蟹各形态性状对湿重的通径分析

Tab. 5 Path analysis of morphological traits on wet weight of male *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	相关系数 correlation coefficient	直接作用 direct effect	间接作用 indirect effect												合计 total
			C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	
C	0.956**	-0.096		1.033	-0.059	0.158	0.020	-0.217	0.004	0.046	0.024	0.017	0.025	0.001	1.053
L	0.986**	1.070	-0.093		-0.061	0.156	0.019	-0.221	0.004	0.044	0.026	0.018	0.025	0.001	-0.083
L ₁	0.638**	-0.095	-0.059	0.691		0.168	0.027	-0.173	0.003	0.029	0.017	0.012	0.018	0.001	0.735
L ₂	0.832**	0.188	-0.081	0.886	-0.085		0.028	-0.205	0.003	0.040	0.021	0.014	0.023	0.001	0.645
L ₃	0.568**	0.034	-0.057	0.600	-0.076	0.152		-0.157	0.002	0.025	0.016	0.011	0.017	0.001	0.535
W ₁	0.889**	-0.239	-0.087	0.989	-0.069	0.161	0.022		0.004	0.040	0.026	0.018	0.025	0.001	1.129
W ₂	0.948**	0.004	-0.092	1.028	-0.065	0.161	0.020	-0.220		0.044	0.026	0.017	0.025	0.001	0.945
W ₃	0.812**	0.055	-0.081	0.851	-0.050	0.138	0.015	-0.173	0.003		0.019	0.013	0.022	0.001	0.757
F ₁	0.775**	0.033	-0.070	0.841	-0.049	0.121	0.017	-0.187	0.003	0.032		0.016	0.020	0.001	0.744
F ₂	0.823**	0.021	-0.079	0.912	-0.055	0.126	0.018	-0.200	0.003	0.033	0.025		0.019	0.001	0.804
A ₁	0.822**	0.030	-0.080	0.887	-0.057	0.143	0.019	-0.199	0.003	0.040	0.022	0.013		0.001	0.793
A ₂	0.819**	0.001	-0.077	0.892	-0.059	0.140	0.020	-0.202	0.003	0.037	0.023	0.014	0.027		0.820

注: **表示在 0.01 水平上显著相关。
Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level.

表 6 雌性解放眉足蟹各形态性状对湿重的通径分析

Tab. 6 Path analysis of morphological traits on wet weight of female *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	相关系数 correlation coefficient	直接作用 direct effect	间接作用 indirect effect												
			C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	合计 total
C	0.943**	0.129		0.631	0.004	-0.018	0.017	0.050	0.228	-0.029	-0.159	0.056	0.058	-0.026	0.814
L	0.979**	0.675	0.121		0.004	-0.018	0.017	0.051	0.224	-0.028	-0.155	0.057	0.057	-0.026	0.304
L ₁	0.948**	0.004	0.125	0.641		-0.018	0.018	0.052	0.231	-0.029	-0.161	0.053	0.058	-0.026	0.944
L ₂	0.933**	-0.019	0.122	0.631	0.004		0.017	0.049	0.232	-0.029	-0.156	0.052	0.057	-0.026	0.952
L ₃	0.930**	0.019	0.119	0.620	0.004	-0.017		0.051	0.227	-0.025	-0.155	0.057	0.057	-0.025	0.914
W ₁	0.846**	0.061	0.106	0.562	0.003	-0.015	0.016		-0.025	-0.026	-0.136	0.048	0.047	-0.023	0.557
W ₂	0.941**	0.241	0.122	0.628	0.004	-0.018	0.018	0.051		-0.029	-0.159	0.054	0.058	-0.027	0.700
W ₃	0.827**	-0.034	0.109	0.565	0.003	-0.016	0.016	0.047	0.209		-0.140	0.041	0.051	-0.024	0.861
F ₁	0.832**	-0.181	0.113	0.578	0.004	-0.016	0.016	0.046	0.212	-0.026		0.057	0.053	-0.023	1.013
F ₂	0.760**	0.076	0.095	0.507	0.003	-0.013	0.014	0.038	0.170	-0.019	-0.135		0.044	-0.020	0.684
A ₁	0.886**	0.065	0.116	0.592	0.004	-0.017	0.017	0.044	0.214	-0.027	-0.148	0.051		-0.025	0.821
A ₂	0.866**	-0.030	0.111	0.577	0.003	0.162	0.016	0.047	0.217	-0.027	-0.139	0.052	0.054		1.075

注: **表示在 0.01 水平上显著相关。
Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level.

棘间宽(W1)对湿重的间接作用最大, 间接作用系数总和达到 1.129, 其次是甲高(C), 其间接作用系数总和为 1.053。甲高(C)通过体长(L)对湿重的间接作用最大, 作用系数为 1.033, 甲宽(W2)通过体长(L)对湿重的间接作用次之, 作用系数为 1.028。对于雌性个体而言, 体长(L)对湿重的直接作用最大, 通径系数达到 0.675, 其次是甲宽(W2), 通径系数为 0.241。螯棘长(A2)对湿重的间接作用

最大, 间接作用系数总和达到 1.075, 其次是第一腹节长(F1), 其间接作用系数总和为 1.013。甲长(L1)通过体长(L)对湿重的间接作用最高, 作用系数为 0.641, 甲高(C)、甲棘长(L2)通过体长(L)对湿重的间接作用次之, 作用系数均为 0.631。

2.3.2 解放眉足蟹各形态性状对干重的通径分析
解放眉足蟹各形态性状对干重的通径分析见表 7 和表 8。从表中可以看出, 各形态性状对干重

表 7 雄性解放眉足蟹各形态性状对干重的通径分析

Tab. 7 Path analysis of morphological traits on dry weight of male *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	相关系数 correlation coefficient	直接作用 direct effect	间接作用 indirect effect												
			C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂	合计 total
C	0.957**	-0.059		1.130	-0.094	0.112	0.038	-0.159	0.063	0.016	-0.018	-0.013	-0.072	0.012	1.016
L	0.987**	1.171	-0.057		-0.098	0.110	0.036	-0.162	0.063	0.015	-0.020	-0.014	-0.071	0.013	-0.184
L ₁	0.603**	-0.152	-0.036	0.756		0.119	0.052	-0.127	0.045	0.010	-0.013	-0.009	-0.052	0.009	0.755
L ₂	0.809**	0.133	-0.050	0.970	-0.136		0.053	-0.150	0.057	0.014	-0.016	-0.011	-0.066	0.011	0.676
L ₃	0.546**	0.065	-0.035	0.657	-0.122	0.108		-0.115	0.039	0.007	-0.012	-0.009	-0.049	0.009	0.478
W ₁	0.883**	-0.175	-0.054	1.082	-0.110	0.114	0.043		0.014	0.014	-0.020	-0.013	-0.071	0.013	1.011
W ₂	0.946**	0.066	-0.056	1.125	-0.104	0.114	0.039	-0.161		0.015	-0.019	-0.013	-0.072	0.013	0.880
W ₃	0.797**	0.019	-0.050	0.931	-0.080	0.098	0.029	-0.127	0.053		-0.015	-0.010	-0.062	0.010	0.778
F ₁	0.755**	-0.025	-0.043	0.920	-0.079	0.085	0.032	-0.137	0.051	0.011		-0.012	-0.058	0.011	0.781
F ₂	0.824**	-0.016	-0.048	0.998	-0.088	0.089	0.035	-0.146	0.054	0.011	-0.019		-0.055	0.010	0.841
A ₁	0.791**	-0.086	-0.049	0.971	-0.092	0.101	0.037	-0.145	0.055	0.014	-0.017	-0.010		0.013	0.877
A ₂	0.804**	0.015	-0.047	0.977	-0.095	0.140	0.039	-0.148	0.056	0.013	-0.018	-0.011	-0.076		0.830

注: **表示在 0.01 水平上显著相关。
Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level.

表 8 雌性解放眉足蟹各形态性状对干重的通径分析

Tab. 8 Path analysis of morphological traits on dry weight of female *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	相关系数 correlation coefficient	直接作用 direct effect	间接作用 indirect effect												
			<i>C</i>	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>L</i> ₂	<i>L</i> ₃	<i>W</i> ₁	<i>W</i> ₂	<i>W</i> ₃	<i>F</i> ₁	<i>F</i> ₂	<i>A</i> ₁	<i>A</i> ₂	合计 total
<i>C</i>	0.930**	0.096		0.779	−0.115	0.013	−0.043	0.048	0.212	0.020	−0.132	0.062	0.075	−0.084	0.834
<i>L</i>	0.981**	0.833	0.090		−0.112	0.013	−0.043	0.048	0.208	0.020	−0.128	0.063	0.073	−0.084	0.148
<i>L</i> ₁	0.934**	−0.118	0.093	0.791		0.013	−0.045	0.049	0.215	0.021	−0.133	0.058	0.075	−0.085	1.053
<i>L</i> ₂	0.926**	0.014	0.091	0.779	−0.113		−0.043	0.046	0.215	0.021	−0.130	0.057	0.073	−0.085	0.912
<i>L</i> ₃	0.912**	−0.047	0.088	0.766	−0.112	0.013		0.049	0.211	−0.080	−0.128	0.064	0.073	−0.083	0.859
<i>W</i> ₁	0.833**	0.058	0.079	0.694	−0.101	0.011	−0.040		−0.083	0.019	−0.113	0.053	0.060	−0.075	0.504
<i>W</i> ₂	0.927**	0.224	0.091	0.775	−0.113	0.013	−0.044	0.049		0.021	−0.132	0.059	0.074	−0.088	0.704
<i>W</i> ₃	0.830**	0.024	0.081	0.697	−0.102	0.012	−0.039	0.045	0.194		−0.116	0.046	0.065	−0.077	0.806
<i>F</i> ₁	0.829**	−0.150	0.084	0.713	−0.105	0.012	−0.040	0.044	0.197	0.019		0.063	0.068	−0.075	0.980
<i>F</i> ₂	0.757**	0.084	0.070	0.626	−0.082	0.010	−0.036	0.036	0.158	0.013	−0.112		0.056	−0.067	0.674
<i>A</i> ₁	0.876**	0.083	0.086	0.731	−0.106	0.012	−0.041	0.042	0.198	0.019	−0.123	0.057		−0.082	0.793
<i>A</i> ₂	0.843**	−0.098	0.083	0.712	−0.103	0.162	−0.040	0.045	0.201	0.019	−0.115	0.057	0.069		1.091

注:**表示在 0.01 水平上显著相关.

Note: ** indicates significant correlation at 0.01 level.

的直接作用和间接作用表现不同。对于雄性个体而言, 体长(L)对干重的直接作用最大, 通径系数达到 1.171, 其次是甲棘长(L_2), 通径系数为 0.133。甲高(C)对干重的间接作用最大, 间接作用系数总和达到 1.016, 其次是棘间宽(W_1), 其间接作用系数总和为 1.011。甲高(C)通过体长(L)对干重的间接作用最大, 作用系数为 1.130, 甲宽(W_2)通过体长(L)对干重的间接作用次之, 作用系数为 1.125。对于雌性个体而言, 体长(L)对干重的直接作用最大, 通径系数达到 0.833, 其次是甲宽(W_2), 通径系数为 0.224。螯棘长(A_2)对干重的间接作用

最大, 间接作用系数总和达到 1.091, 其次是甲长(L_1), 其间接作用系数总和为 1.053。甲长(L_1)通过体长(L)对干重的间接作用最大, 作用系数为 0.791, 甲高(C)、甲棘长(L_2)通过体长(L)对干重的间接作用次之, 作用系数均为 0.779。

2.4 解放眉足蟹各形态性状对重量性状的决定系数

2.4.1 解放眉足蟹各形态性状对湿重的决定系数

解放眉足蟹各形态性状对湿重的决定系数见表9和表10。从表中可以看出,对于雄性而言,体长(L)的直接决定系数最大,达到 1.145,其次是

表9 雄性解放眉足蟹形态性状对湿重的决定系数

Tab. 9 Determination coefficient of morphological traits on wet weight of male *Blepharipoda liberate* Shen

[illegible]

表 12 雌性解放眉足蟹各形态性状对干重的决定系数
Tab. 12 Determination coefficient of morphological traits on dry weight of female *Blepharipoda liberate* Shen

性状 trait	C	L	L ₁	L ₂	L ₃	W ₁	W ₂	W ₃	F ₁	F ₂	A ₁	A ₂
C	0.009	0.150	-0.022	0.003	-0.008	0.009	0.041	0.004	-0.025	0.012	0.014	-0.016
L		0.694	-0.187	0.022	-0.072	0.080	0.347	0.033	-0.214	0.105	0.121	-0.140
L ₁			0.014	-0.003	0.011	-0.012	-0.051	-0.005	0.031	-0.014	-0.018	0.020
L ₂				0.000	-0.001	0.001	0.006	0.001	-0.004	0.002	0.002	-0.002
L ₃					0.002	-0.005	-0.020	-0.002	0.012	-0.006	-0.007	0.008
W ₁						0.003	0.022	0.002	-0.013	0.006	0.007	-0.009
W ₂							0.050	0.009	-0.059	0.027	0.033	-0.039
W ₃								0.001	-0.006	0.002	0.003	-0.004
F ₁									0.023	-0.019	-0.020	0.023
F ₂										0.007	0.009	-0.011
A ₁											0.007	-0.014
A ₂												0.010

2.5 最优回归方程的建立

2.5.1 形态性状对湿重的最优化方程 利用逐步回归方法, 建立以外形性状为自变量, 湿重为因变量的回归方程, 回归分析结果见表 13~表 16。雌性解放眉足蟹 $Y=-4.992+0.238L$ 。F 检验($F=995.355$)表明回归方程达到极显著水平($P<0.01$)。

表 13 雄性解放眉足蟹回归方程的 ANOVA 分析(湿重)
Tab. 13 ANOVA analysis of the regression equation of male *Blepharipoda liberate* Shen (wet weight)

模型 model	平方和 sum of squares	均方 mean square	F	Sig.
回归 regression	12.949	12.949	995.355	0.000 ^a
1 残差 residual	0.377	0.013		
总计 total	13.327			

- a. 预测变量: (常量), L. predictive variable: (constant), L.
b. 因变量: 湿重 dependent variable: wet weight

表 14 雄性解放眉足蟹回归方程的系数分析(湿重)
Tab. 14 Coefficient analysis of the regression equation of male *Blepharipoda liberate* Shen (wet weight)

模型 model	偏回归系数 partial regression coefficient		回归系数 regression coefficient	t	Sig.
	B	标准误差 standard error			
(常量 constant)	-4.992	0.238		-20.964	0.000
1 L	0.238	0.008	0.986	31.549	0.000

- a. 因变量: 湿重 dependent variable: wet weight

表 15 雌性解放眉足蟹回归方程的 ANOVA 分析(湿重)
Tab. 15 ANOVA analysis of the regression equation of female *Blepharipoda liberate* Shen (wet weight)

模型 model	平方和 sum of squares	均方 mean square	F	P
回归 regression	79.968	79.968	808.451	0.000 ^a
1 残差 residual	3.462	0.099		
总计 total	83.430			
回归 regression	80.548	40.274	475.142	0.000 ^b
2 残差 residual	2.882	0.085		
总计 total	83.430			

- a. 预测变量: (常量), L. predictive variable: (constant), L.
b. 预测变量: (常量), L, W₂. predictive variable: (constant), L, W₂.
c. 因变量: 湿重 dependent variable: wet weight

表 16 雌性解放眉足蟹回归方程的系数分析(湿重)
Tab. 16 Coefficient analysis of the regression equation of female *Blepharipoda liberate* Shen (wet weight)

模型 model	偏回归系数 partial regression coefficient		回归系数 regression coefficient	t	P
	B	标准误差 standard error			
(常量 constant)	-9.824	0.531		-18.509	0.000
1 L	0.363	0.013	0.979	28.433	0.000
(常量 constant)	-9.903	0.492		-20.118	0.000
2 L	0.285	0.032	0.768	8.871	0.000
W ₂	0.167	0.064	0.227	2.616	0.013

- a. 因变量: 湿重 dependent variable: wet weight

体长(L)对湿重的拟合优度 R^2 为 0.972, 达到极显著水平($P<0.01$), 说明体长(L)对湿重有决定作用。雌性解放眉足蟹 $Y=-9.903+0.285L+0.167W_2$ 。 F 检验($F=475.142$)表明回归方程达到极显著水平($P<0.01$); 体长(L)和甲宽(W_2)对湿重的拟合优度 R^2 为 0.965, 达到显著水平($P<0.05$), 说明体长(L)和甲宽(W_2)对湿重有较大的决定作用, 且体长(L)的决定作用大于甲宽(W_2)。

2.5.2 形态性状对干重的最优化方程 利用逐步回归方法, 建立以外形性状指标为自变量, 干重为因变量的回归方程, , 回归分析结果见表 17–表 20。

表 17 雄性解放眉足蟹回归方程的 ANOVA 分析(干重)
Tab. 17 ANOVA analysis of the regression equation of male *Blepharipoda liberate* Shen (dry weight)

模型 model	平方和 sum of squares	均方 mean square	F	P
回归 regression	1.085	1.085	1123.062	0.000 ^a
1 残差 residual	0.028	0.001		
总计 total	1.113			
回归 regression	1.091	0.546	709.970	0.000 ^b
2 残差 residual	0.022	0.001		
总计 total	1.113			

a. 预测变量: (常量), L . predictive variable: (constant), L .
b. 预测变量: (常量), L , W_1 . predictive variable: (constant), L , W_1 .
c. 因变量: 干重 dependent variable: dry weight

表 18 雄性解放眉足蟹回归方程的系数分析(干重)
Tab. 18 Coefficient analysis of the regression equation of male *Blepharipoda liberate* Shen (dry weight)

模型 model	偏回归系数 regression coefficient	偏回归系数 regression coefficient	t	P
	B	标准误差 standard error		
(常量 constant)	-1.551	0.065	-23.897	0.000
1 L	0.069	0.002	0.987	0.000
(常量 constant)	-1.523	0.059	-25.952	0.000
2 L	0.082	0.005	1.172	0.000
W_1	-0.040	0.014	-0.200	0.007

a. 因变量: 干重 dependent variable: dry weight

表 19 雌性解放眉足蟹回归方程的 ANOVA 分析(干重)
Tab. 19 ANOVA analysis of the regression equation of female *Blepharipoda liberate* Shen (dry weight)

模型 model	平方和 sum of squares	均方 mean square	F	P
回归 regression	5.814	5.814	876.567	0.000 ^a
1 残差 residual	0.232	0.007		
总计 total	6.046			

a. 预测变量: (常量), L . predictive variable: (constant), L .
b. 因变量: 干重 dependent variable: dry weight

表 20 雌性解放眉足蟹回归方程的系数分析(干重)
Tab. 20 Coefficient analysis of the regression equation of female *Blepharipoda liberate* Shen (dry weight)

模型 model	偏回归系数 regression coefficient	偏回归系数 regression coefficient	t	P
	B	标准误差 standard error		
(常量 constant)	-2.650	0.137	-19.282	0.000
1 L	0.098	0.003	0.981	0.000

a. 因变量: 干重 dependent variable: dry weight

雄性解放眉足蟹 $Y=-1.523+0.082L-0.04W_1$ 。 F 检验($F=709.97$)表明回归方程达到极显著水平($P<0.01$); 体长(L)和棘间宽(W_1)对干重的拟合度 $R^2=0.981$, 达到极显著水平($P<0.01$), 说明体长(L)和棘间宽(W_1)对干重有较大的决定作用, 且体长(L)的决定作用大于棘间宽(W_1)。雌性解放眉足蟹 $Y=-2.65+0.098L$ 。 F 检验($F=876.567$)表明回归方程达到极显著水平($P<0.01$); 体长(L)对干重的拟合度 $R^2=0.962$, 达到极显著水平($P<0.01$), 说明体长(L)对干重有决定作用。

3 讨论

3.1 数量性状的变异系数

数量性状变异系数的大小是选择育种的重要参考依据, 变异越大, 选择潜力越大, 开展选择育种的价值也越高^[12]。本次测量的 12 个形态指标以及两个重量指标在雄、雌个体间差异非常显著($P<0.01$), 其原因是两者存在明显的生长差异, 雌性个体大于雄性个体。重量指标的变异系数大于形态指标, 说明重量指标的选择潜力较大, 以

重量为目标性状进行选择育种是可行的。对克氏原螯虾^[12]、日本囊对虾^[13]等的研究也发现了类似的现象。

3.2 形态性状与重量性状的关系

相关分析是进行多元分析的基础,它只能反映两两性状的综合相关性,要想进一步了解其关系还要对相关系数进行剖分,进行通径分析和多元回归分析^[7]。通径分析不仅能正确表述变量间的真实关系,而且能把性状间相关剖分成直接作用和间接影响^[8]。

本研究结果显示,解放眉足蟹生物学性状相关性非常强,12个形态性状与重量之间的相关系数都达到了极显著的正相关,体长(L)与湿重、干重的相关系数最大,雄、雌个体与湿重、干重的相关系数分别为0.986、0.979和0.987、0.981。对凡纳滨对虾^[8]、克氏原螯虾^[11]、日本囊对虾^[14]等的研究结果也表明体长与体重的相关性最大。

在对湿重的影响上,体长(L)对雄、雌个体直接作用和直接决定系数均最大,棘间宽(W_1)通过其他形状对雄性个体湿重的间接作用最大。体长(L)和甲棘长(L_2)对雄性湿重的共同决定系数最大。螯棘长(A_2)通过其他性状对雌性湿重的间接作用最大。体长(L)和甲宽(W_2)对雌性湿重的共同决定系数最大。在对干重的影响上,体长(L)对雄、雌个体直接作用和直接决定系数均最大。棘间宽(W_1)对雄性干重的直接决定系数次之,甲高(C)通过其他形状对雄性干重的间接作用最大,其次是棘间宽(W_1);体长(L)和甲棘长(L_2)对雄性干重的共同决定系数最大。螯棘长(A_2)通过其他形状对雌性干重的间接作用最大,体长(L)和甲宽(W_2)对雌性干重的共同决定系数最大。对于雌、雄个体而言,对于干重和湿重影响最大的共同性状是体长。对凡纳滨对虾^[8]和日本囊对虾^[13]等的研究结果也表明体长对重量直接作用和直接决定系数最大,而对中华绒螯蟹^[9]而言头胸甲宽的直接作用和直接决定系数最大,对天津厚蟹^[6]而言头胸甲长的直接作用和直接决定系数最大。解放眉足蟹身体狭长,因此体长对重量的影响更大。

3.3 影响重量性状的主要形态性状

逐步回归分析表明影响雄性湿重的主要指标

是体长(L),影响雌性湿重的主要指标是体长(L)和甲宽(W_2)。体长(L)和棘间宽(W_1)对雄性干重有较大的决定作用,体长(L)对雌性干重有较大的决定作用。雄性日本囊对虾对湿重的主要影响指标是体长、第六腹节宽,雌性日本囊对虾湿重的主要影响指标是体长、头胸甲宽^[16]。由此可见,性别不同,形态性状对重量的影响也不同。甲高(C)、甲长(L_1)、甲棘长(L_2)、棘间长(L_3)、甲基宽(W_3)、第一腹节长(F_1)、第一腹节宽(F_2)、螯长(A_1)、螯棘长(A_2)等形态性状虽然与重量之间的相关性非常强,但是未进入多元回归方程,这主要是因为它们分别与入选的自变量存在很强的相关性,不能在回归方程中共存,对天津厚蟹和中华虎头蟹的研究也得出了相似的结论^[6, 10]。

本研究通过相关系数分析、通径分析及多元回归分析研究了解放眉足蟹形态性状与重量性状的相互关系和决定作用,且建立了形态性状与重量性状的回归方程,并且分析了雄雌个体在上述相互关系中的区别,为解放眉足蟹选育评价提供了相关参考,有利于在实际中制定合理的选择育种方案,为开展进一步研究奠定了理论基础。

参考文献:

- [1] Hou Z H, Song Q W, Cui B. Analysis of nutrient composition in *Blepharipoda liberate* Shen captured in the wild[J]. Modern Food Science and Technology, 2017, 33(6): 262-270. [侯召华, 宋庆武, 崔波. 野生解放眉足蟹基本营养成分分析[J]. 现代食品科技, 2017, 33(6): 262-270.]
- [2] Wang X M. The morphological characteristics of the *Blepharipoda liberate* Shen[J]. Progress in Fishery Sciences, 2015, 36(1): 74-78. [王雪梅. 解放眉足蟹形态特征观察[J]. 渔业科学进展, 2015, 36(1): 74-78.]
- [3] Wang F Z. New record of *Hippa* crab in China[J]. Sichuan Journal of Zoology, 1989, 8(1): 39. [王复振. 中国蝉蟹类新纪录[J]. 四川动物, 1989, 8(1): 39.]
- [4] Ding P W, Song N, Wang X M, et al. The morphological characters and genetic diversity of *Blepharipoda liberate* shen and *Lophomastix japonica*[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2016, 40(6): 1208-1214. [丁鹏伟, 宋娜, 王雪梅, 等. 两种眉足蟹科蟹类的形态特征与遗传多样性研究[J]. 水生生物学报, 2016, 40(6): 1208-1214.]
- [5] Xu H L, Liu Y, Gu D X, et al. The relationship between morphometric traits and body weight in 4 species crab from Bohai Bay[J]. Fisheries Science, 2014, 33(3): 142-146. [徐

- 海龙, 刘杨, 谷德贤, 等. 渤海湾 4 种蟹类形态性状关系及对体质量的影响[J]. 水产科学, 2014, 33(3): 142-146.]
- [6] Ping H L, Li Y Q. Path analysis between morphometric traits and body weight on *Helice tientsinensis* by multiple regression[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2013, 44(5): 1353-1357. [平洪领, 李玉全. 逐步线性回归法实现天津厚蟹(*Helice tientsinensis*)表型性状与体重的通径分析[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(5): 1353-1357.]
- [7] Wu B, Yang A G, Liu Z H, et al. The relationship between morphometric traits and body weight of *Scapharca broughtonii* in two different populations[J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2010, 36(1): 54-59. [吴彪, 杨爱国, 刘志鸿, 等. 魁蚶两个不同群体形态性状对体质量的影响效果分析[J]. 渔业科学进展, 2010, 36(1): 54-59.]
- [8] Liu X L, Wu C G, Zhang Z H, et al. Mathematical analysis of effects of morphometric attributes on body weight for *Penaeus vannamei*[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 857-862. [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.]
- [9] Geng X Y, Wang X H, Sun J S, et al. Morphometric attributes to body weight for juvenile crab, *Eriocheir sinensis*[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2007, 38(1): 49-54. [耿绪云, 王雪惠, 孙金生, 等. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)一龄幼蟹外部形态性状对体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼, 2007, 38(1): 49-54.]
- [10] Lai S M, Wang R J, Jiang L X, et al. Path analysis between morphological characters and body weight of chinese tiger-head crab *Orithyia sinica* by multiple regression[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2015, 46(6): 1438-1443. [来守敏, 王仁杰, 姜令绪, 等. 逐步线性回归法实现中华虎头蟹(*Orithyia sinica*)形态指标与体重的通径分析[J]. 海洋与湖沼, 2015, 46(6): 1438-1443.]
- [11] Zhang X G, Wang J M, Cao L, et al. Correlation of morphometric attributes and body weight of *Cambarus clarkii*[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2010, 34(2): 195-199, 204. [张小谷, 王建民, 曹烈, 等. 克氏原螯虾形态性状与体重的关系[J]. 南昌大学学报(理科版), 2010, 34(2): 195-199, 204.]
- [12] Chen J, He J X, Song G T, et al. Effects of quantitative traits on abdominal muscle weight of *Procambarus clarkii*[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2015, 42(19): 101-105. [陈静, 何吉祥, 宋光同, 等. 克氏原螯虾数量性状对腹部肌肉质量的影响[J]. 广东农业科学, 2015, 42(19): 101-105.]
- [13] Li H P, Fu Y, Ren S Y, et al. Comparison in the effect of morphological traits on body weight and meat weight of *Marsipenaes japonicus* from wild and overwintered cultivated groups in Zhoushan offshore regions[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2015, 46(5): 1218-1227. [李鸿鹏, 富裕, 任凤艺, 等. 舟山近海日本囊对虾野生群体与越冬养成群体形态性状对体重和肉重影响的比较[J]. 海洋与湖沼, 2015, 46(5): 1218-1227.]
- [14] Jiang X W, Zhao M, Zeng F X, et al. Relationship between morphological traits and body quality of *Marsipenaes japonicus* breeding population[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2017, 45(19): 235-238. [蒋湘文, 赵明, 曾凤仙, 等. 日本囊对虾选育群体形态性状与体质量的关系[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(19): 235-238.]
- [15] Lin D D, Luo D P, Xing Y X. Relationship of growth traits among three cultured populations of whiteleg shrimp (*Litopenaeus Vannamei*)[J]. *Journal of Tropical Biology*, 2016, 7(1): 10-16. [林冬冬, 骆大鹏, 邢治炫. 3 个凡纳滨对虾养殖群体生长性状间的关系[J]. 热带生物学报, 2016, 7(1): 10-16.]
- [16] Cai X P, You X X, Zeng F R, et al. Analysis on morphological variations among five populations of *Marsipenaes japonicus* from coastal areas of China[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(3): 478-486. [蔡晓鹏, 游欣欣, 曾凡荣, 等. 中国沿海日本囊对虾 5 个地理群体间形态差异比较分析[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 478-486.]
- [17] Liu Y, Yu C Y, Yu D D, et al. Path coefficient analysis and curve estimates for body mass and morphometric traits of *Scophthalmus maximus* at different growth stages[J]. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 2018, 34(3): 181-190. [刘莹, 于超勇, 于道德, 等. 不同生长时期大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)形态性状与体质量的通径分析及曲线拟合研究[J]. 广西科学院学报, 2018, 34(3): 181-190.]

Analysis of the influence of the morphological characteristics on the weight characteristics of *Blepharipoda liberate* Shen

ZHANG Xinming^{1,2}, CHENG Shunfeng³, ZHANG Min⁴

1. Department of Marine Engineering, Rizhao Polytechnic, Rizhao 276826, China;

2. Rizhao Marine Biological Engineering Technology Research Center, Rizhao 276826, China;

3. College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

4. College of Marine Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China

Abstract: *Blepharipoda liberate* Shen is a small crustacean belonging to the arthropods. It is distributed within the low tide areas of the intertidal zone. It has a delicious taste and high nutritional value. At present, there are very few studies about *B. liberate*. Existing researches have focused on the classification, morphology, nutrition, and genetic diversity. There has been no research on the relationship between the morphological traits and weight characteristics. To study the relationship between the morphological characteristics and weight traits of *B. liberate*, fourteen biological indicators were measured, including carapace height (C), body length (L), carapace length (L_1), carapace spine length (L_2), spine length (L_3), spine width (W_1), carapace width (W_2), carapace base width (W_3), first abdominal segment length (F_1), first abdominal segment width (F_2), pincers length (A_1), pincers spine length (A_2), wet weight (W_w), and dry weight (W_d). These were studied by means of correlation analysis, path analysis, and regression analysis. The results showed that the female crabs had significantly higher values than the males for the 14 quantitative indicators ($P < 0.01$). The coefficient of variation for the weight indicators was greater than that for the morphological traits, and the morphological and weight indicators were significantly correlated ($P < 0.01$). For male individuals, the direct effects and direct determination coefficients of the body length, carapace spine length, and spine width for the wet and dry weights were larger. For female individuals, the direct effects and direct determination coefficients of the body length and carapace width for the wet and dry weights were larger. The regression equations for the morphological traits of the male and female individuals for the wet weight were $Y = -4.992 + 0.238 L$ and $Y = -9.903 + 0.285 L + 0.167 W_2$, respectively. The regression equations for the morphological traits of the male and female individuals for the dry weight were $Y = -1.523 + 0.082 L - 0.04 W_1$ and $Y = -2.65 + 0.098 L$, respectively. The indicators for morphological and weight traits of the male and female individuals were significantly different ($P < 0.01$). The coefficient of variation for the weight index was greater than that for the morphological index. This shows that the selection of weight indicators has great potential, and it is feasible to carry out selective breeding of *B. liberate* with weight as the target trait. Stepwise regression analysis showed that the main indicator affecting male wet weight was body length (L), while the main indicators affecting female wet weight were body length (L) and carapace width (W_2). Body length (L) and spine width (W_1) have a greater decisive effect on dry weight of males, while body length (L) had a greater role in the dry weight of females. This study provides references for the evaluation of *B. liberate* breeding.

Key words: *Blepharipoda liberate* Shen; biological trait; weight; path analysis; regression analysis

Corresponding author: ZHANG Xinming. E-mail: zxm9706@163.com