

福寿螺表型性状的相关性及2种壳色福寿螺表型性状的差异性分析

吴帆¹, 赵鑫¹, 李海云¹, 章家恩², 胡隐昌³, 罗渡³, 顾党恩³

(1 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学 热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642; 3 中国水产科学研究院 珠江水产研究所, 广东 广州 510380)

摘要:为对福寿螺进行形态学及生态学的研究,在广东省内6个地点采集福寿螺样本737只,其中黑色螺411只,黄色螺326只,分别测量螺壳宽、螺壳高、体螺层高、体螺层宽、壳口长、壳口宽、活体质量等表型性状指标,用SPSS 18软件对各表型性状之间的相关性进行分析,并比较2种壳色福寿螺的表型性状差异。结果表明:以上7个性状两两间的相关系数均达到极显著水平($P < 0.01$),其中体螺层宽对活体质量影响最大,螺壳高次之,壳口宽对活体质量影响最小;采用逐步回归分析法建立以螺壳高(X_1)、壳口宽(X_2)、体螺层高(X_3)、体螺层宽(X_4)、螺壳宽(X_5)、壳口长(X_6)为自变量,活体质量(Y)为因变量的最优回归方程为: $Y = -10.377 + 0.180X_1 - 0.188X_2 + 0.189X_3 + 0.289X_4 + 0.137X_5 - 0.092X_6$;差异性分析结果为:黄色螺的螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量显著大于黑色螺,其他指标差异不显著。

关键词:福寿螺;壳色;表型性状;相关性;差异性分析

中图分类号:Q968.1

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2013)02-0254-04

Correlation and Difference Analysis to Phenotype Characters for Two Kinds of *Pomacea canaliculata*

WU Fan¹, ZHAO Xin¹, LI Haiyun¹, ZHANG Jiaen², HU Yinchang³, LUO Du³, GU Dang'en³

(1 College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

3 Pearl River Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China)

Abstract: 737 *Pomacea canaliculata* were collected from different places of Guangdong, among which black and yellow strains were 411 and 326 respectively. The shell width, shell length, shell height, body whorl height, body whorl width, shell mouth length, shell mouth width and live body mass were measured. The correlation among the 7 traits and phenotypic differences between the two types of *P. canaliculata* were analyzed by SPSS 18. The results revealed that phenotype correlation coefficients among traits were significant ($P < 0.01$). Body whorl width had a maximum impact on the body mass, followed by conch height, shell width had minimal impact to body mass. Regression equation between mass of live body (Y) and morphological traits of shell height (X_1), and shell mouth width (X_2), body whorl height (X_3), and body whorl width (X_4), shell width (X_5), shell mouth length (X_6) was established using stepwise regression analysis. The equation was as follows: $Y = -10.377 + 0.180X_1 - 0.188X_2 + 0.189X_3 + 0.289X_4 + 0.137X_5 - 0.092X_6$. The yellow *P. canaliculata* were much bigger than the black ones in terms of shell height, shell width, shell mouth width and live body mass, but there was no significant difference in other phenotype characters.

收稿日期:2012-10-21 网络出版时间:2013-01-22

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130122.1709.002.html>

作者简介:吴帆(1987—),男,硕士研究生;通信作者:李海云(1966—),女,教授, E-mail:hyli@scau.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金—广东联合基金(U1131006)

Key words: *Pomacea canaliculata*; shell color; phenotype characters; correlation; analysis on the difference

福寿螺 *Pomacea canaliculata* 又名南美螺、大瓶螺、苹果螺。福寿螺分类地位属于软体动物门腹足纲瓶螺科,原产于南美洲亚马逊河流域^[1]。福寿螺主要危害水稻、水生蔬菜等农作物,传播广州管圆线虫病 (*Angiostrongylasis cantonensis*)。目前福寿螺在中国已经造成了严重的危害^[2-4]。2003 年中国环保总局将其列入首批入侵中国的 16 种“危害最大的外来物种”之一^[1]。

福寿螺螺壳为石灰质,主要成分是碳酸钙,自然状态下福寿螺螺壳有黑色和黄色 2 种颜色。也有人认为有 3 种:黄色、黑色和灰色^[5]。由于所采集的福寿螺灰色和黑色区别不明显,本研究只区分黑色和黄色 2 种。黄色福寿螺螺壳呈金黄色,贝壳上没有横条纹,外套膜黄色;黑色福寿螺螺壳呈黑色,贝壳上有横条纹,外套膜黑色^[5]。研究表明,福寿螺的黑、黄壳色为 1 对相对性状,黄色为隐性,黑色为显性,符合孟德尔遗传定律^[6-7]。许多研究表明,软体动物贝壳的颜色不仅与它们的生态和行为有关,还与其生长性状有关^[8-10],贝壳颜色较浅的贝类更容易适应环境,具有更大的生长潜力和抗逆能力^[8]。

统计学中常用回归与相关的方法探讨 2 个或多个变量之间的关系。直接相关分析是最简单的相关分析方法,可以方便的分析出一种性状对另一性状的直接效应及效应的大小^[11]。质量的多元回归分析可直接应用于贝类生产性能的评价,利用多元回归分析,明确壳体性状与体质量之间的关系及其对体质量的影响,对研究贝类生态特性具有重要意义^[12]。利用福寿螺的壳色这一稳定遗传的性状,比较 2 种壳色福寿螺的表型性状,研究其壳色与数量性状、繁殖习性、生理特性等的相关性,可以为福寿螺的控制与利用研究提供基础资料^[5]。

本研究对广东的福寿螺表型性状的相关性进行统计分析,以求获得螺壳表型性状与活体质量之间

的关系,并对黄色和黑色 2 种壳色的福寿螺进行形态差异分析,比较 2 种福寿螺的体质量、体形大小等指标,为福寿螺的形态学、生态学研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用福寿螺样本采自广东省佛山市、清远市、肇庆市、云浮市、茂名市、惠州市,各地根据福寿螺密度合理确定样方大小,每地采取 120 只左右,共 737 只,将福寿螺按颜色分开暂养。

1.2 方法

用电子游标卡尺测量螺壳宽、螺壳高、体螺层高、体螺层宽、壳口长、壳口宽,精确到 0.01 mm;擦干螺壳外水分,利用电子天平称量活体质量,精确到 0.01 g。将所测数据录入 SPSS 18 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 测量数据的描述性统计

共统计了 737 个福寿螺样本,分别测量福寿螺的 7 种表型性状,测量统计结果为:螺壳高 (30.44 ± 7.07) mm;螺壳宽 (26.05 ± 6.39) mm;壳口长 (21.37 ± 5.09);壳口宽 (14.22 ± 3.54) mm;体螺层高 (26.10 ± 6.15) mm;体螺层宽 (25.87 ± 6.30) mm;活体质量 (6.42 ± 4.26) mm。

2.2 测量性状相关分析

表 1 为所测 7 个表型性状的相关系数。所测量性状两两间的相关系数均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。各表型性状与活体质量的相关系数由大到小排列为:体螺层宽 > 螺壳高 > 螺壳宽 = 体螺层高 > 壳口长 > 壳口宽,从相关性程度强弱来看,除壳口宽与活体质量之间的正相关相对较弱外,其余性状与活体质量均表现出极强的正相关。

表 1 测量表型性状之间的相关系数¹⁾

Tab.1 Earson correlation among the phenotypic characters traits measured

表型性状	螺壳高	螺壳宽	壳口长	壳口宽	体螺层高	体螺层宽	活体质量
螺壳高	1	0.977 **	0.960 **	0.934 **	0.984 **	0.982 **	0.937 **
螺壳宽		1	0.961 **	0.940 **	0.973 **	0.989 **	0.933 **
壳口长			1	0.932 **	0.962 **	0.965 **	0.904 **
壳口宽				1	0.937 **	0.939 **	0.871 **
体螺层高					1	0.979 **	0.933 **
体螺层宽						1	0.938 **
活体质量							1

1) ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

2.3 最优回归方程的建立

利用逐步回归方法,建立以螺壳高(X_1)、壳口宽(X_2)、体螺层高(X_3)、体螺层宽(X_4)、螺壳宽(X_5)、壳口长(X_6)为自变量,活体质量(Y)为因变量的最优回归方程为: $Y = -10.377 + 0.180X_1 - 0.188X_2 + 0.189X_3 + 0.289X_4 + 0.137X_5 - 0.092X_6$. 根据逐步回归分析,体螺层宽、螺壳高、壳口宽、体螺层高被引入方程后,进行 t 检验,其相应的 P 值均小于 0.01 (表 2),可见体螺层宽、螺壳高、壳口宽、体螺层高被引入方程后对回归方程的影响极显著;螺壳宽和壳口长被引入方程后其 P 值均小于 0.05,对回归方程的影响达到显著水平,故也引入方程.

2.4 2 种壳色福寿螺性状差异比较

表 3 是 2 种壳色的福寿螺所测量的表型性状统

计量,从数据上看,黄色福寿螺的各项指标的均值都比黑色螺大,进一步进行差异显著性检验,分析差异是否由偶然误差所致.

表 2 偏回归系数的显著性检验

Tab. 2 Significant test of partial regression coefficients

表型性状	偏回归系数	标准误差	t	P
常量	-10.377	0.233	-44.463	0.000
体螺层宽	0.289	0.066	4.390	0.000
螺壳高	0.180	0.049	3.701	0.000
壳口宽	-0.188	0.046	-4.118	0.000
体螺层高	0.189	0.052	3.634	0.000
螺壳宽	0.137	0.056	2.442	0.015
壳口长	-0.092	0.042	-2.192	0.029

表 3 两种壳色福寿螺表型统计量¹⁾

Tab. 3 Statistics for morphometrical traits of the yellow and black *Pomacea canaliculata*

福寿螺	螺壳高/mm	螺壳宽/mm	壳口长/mm	壳口宽/mm	体螺层高/mm	体螺层宽/mm	活体质量/g	有效样本数
黄色螺	31.04 ± 6.84	26.57 ± 5.96	21.59 ± 4.68	14.66 ± 3.29	26.55 ± 5.93	26.32 ± 5.89	6.84 ± 4.18	326
黑色螺	29.93 ± 7.21	25.60 ± 6.67	21.17 ± 5.38	13.84 ± 3.68	25.71 ± 6.29	25.48 ± 6.58	6.07 ± 4.28	411

1) 表中数据为平均值 ± 标准差.

用 SPSS 18 软件对两样本平均数进行显著性检验(t 检验),结果见表 4.

表 4 平均数的显著性检验

Tab. 4 Significant test of averages

表型性状	假设方差	t	df	P	均值差值
螺壳高	相等	2.123	740.000	0.034	1.106
	不等	2.136	716.447	0.033	1.106
螺壳宽	相等	2.043	740.000	0.041	0.962
	不等	2.070	729.566	0.039	0.962
壳口长	相等	1.124	739.000	0.261	0.422
	不等	1.142	732.910	0.254	0.422
壳口宽	相等	3.157	740.000	0.002	0.820
	不等	3.199	729.243	0.001	0.820
体螺层高	相等	1.836	739.000	0.067	0.833
	不等	1.848	717.676	0.065	0.833
体螺层宽	相等	1.802	739.000	0.072	0.838
	不等	1.825	728.592	0.068	0.838
活体质量	相等	2.462	739.000	0.014	0.771
	不等	2.468	706.434	0.014	0.771

表 3、表 4 数据表明:2 种壳色福寿螺的螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量的均值差异显著 ($P < 0.05$),即黄色螺的螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量显著大于黑色螺.

3 讨论与结论

3.1 福寿螺表型性状相关性

数量性状多元分析广泛应用于动、植物表型性状研究中^[13],对腹足类软体动物的表型数量性状分析已有大量报道,如徐梅英等^[14]研究了角蝶螺的生物学特性,建立了各性状间的回归关系;吴小平等^[15]对 3 种环棱螺贝壳的壳高、壳宽、壳口长、壳口宽、体螺层高、倒数第 2 螺层高和宽、后三螺层高 8 个形态参数进行了分析,比较了 3 种环棱螺贝壳的形态差异,为环棱螺属的分类鉴定提供了依据.许多研究都表明了螺类的表型性状之间存在显著相关性,本研究表明,福寿螺的螺壳宽、螺壳高、体螺层高、体螺层宽、壳口长、壳口宽和活体质量等性状之间存在极显著的相关关系($P < 0.01$).

质量的多元回归分析可直接应用于贝类生产性能的评价,利用多元回归分析,弄清壳体性状与体质量之间的关系以及其对体质量影响的大小,对研究福寿螺生态特性具有重要意义.本研究用逐步回归分析法建立了体螺层宽、螺壳高、壳口宽、体螺层高、螺壳宽、壳口长与活体质量的最优回归方程,可以确定这些性状是估算福寿螺体质量的主要形态指标.

3.2 2 种壳色福寿螺表型性状差异性

对 2 种壳色福寿螺性状差异比较分析表明:黄、

黑色福寿螺的壳口长、体螺层高、体螺层宽均值差异不显著;螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量的均值有显著差异($P < 0.05$),并且黄色螺的螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量显著大于黑色螺。螺壳高、螺壳宽、壳口宽、活体质量是福寿螺体型大小的重要衡量指标,在平均水平上,黄色福寿螺的这些表型性状数值明显大于黑色螺,说明2种壳色福寿螺表型性状差异明显。

许多研究资料表明,软体动物贝壳的颜色不仅与它们的生态和行为有关,还与其生长速度、存活率等有关^[10],贝壳颜色较浅的贝类更容易适应环境,具有更大的生长潜力和抗逆能力。Odile等^[16]的研究表明,蜗牛 *Helix aspers* 的壳色多态性与光照、温度等气候条件相适应,15℃低温下蜗牛壳色较深,25℃以上高温下蜗牛壳色较浅,以利于热量的收支。Pales等^[17]对不同壳色的条纹贻贝 *Mytilus edulis* 的研究也证实其壳也随季节性温度的变化而变化,有利于适应季节性气候的变化。Sokolova等^[18]对贝壳颜色的研究表明,贝壳的颜色与其代谢水平、繁殖力、耗氧率、耐干露能力等生理条件密切相关。因此对福寿螺壳色与其他表型特征的相关研究,对揭示福寿螺的强大生命力和环境适应力有重要意义,也为控制福寿螺提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 杨叶欣,胡隐昌,李小慧,等.福寿螺在中国的入侵历史、扩散规律和危害的调查分析[J].中国农学通报,2010,25(6):245-250.
- [2] 李小慧,胡隐昌,宋红梅,等.中国福寿螺的入侵现状及防治方法研究进展[J].中国农学通报,2009,25(14):229-232.
- [3] 章家恩,赵本良,罗明珠,等.外来生物福寿螺入侵的生态风险及其评价探讨[J].佛山科学技术学院学报:自然科学版,2010,28(5):1-6.
- [4] 邓卓晖,张启明,林荣幸,等.广东省广州管圆线虫病疫源地调查[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2010,28(1):12-16.
- [5] 孙志坚,曾清香,张波,等.中国不同品系福寿螺主要形态比较[J].中国人兽共患病学报,2011,27(3):184-189.
- [6] 徐建荣,沈辉,李旭光,等.不同品系福寿螺壳色性状

的遗传规律分析[J].江苏农业科学,2008(4):210-211.

- [7] YUSA Y. Genetics of sex-ratio variation inferred from parent-off-spring regressions and sib correlations in the apple snail *Pomacea canaliculata* [J]. Heredity, 2006, 96(1): 100-105.
- [8] RAFFAELLI D. Color polymorphism in the intertidal snail *Littorina rudis* Maton [J]. Zool J Linn Soc-lond, 1979, 67(1): 65-73.
- [9] WOLFF M, GARRIDO J. Comparative study of growth and survival of two color morphs of Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck) in suspended culture [J]. J Shellfish Res, 1991, 10(1): 47-53.
- [10] 赵鹏,丁君,常亚青.两种壳色虾夷扇贝壳体尺性状对活体重影响效果的分析[J].大连海洋大学学报,2011,26(1):1-5.
- [11] 李春喜,邵云,姜丽娜.生物统计学[M].北京:科学出版社,2008.
- [12] 杨小刚,常亚青,刘小林.虾夷马粪海胆壳性状对活体质量的影响效果分析[J].水产科学,2010,29(2):83-86.
- [13] 孙秀俊,杨爱国,刘志鸿,等.2种壳色虾夷扇贝的形态学指标比较分析[J].安徽农业科学,2008,36(23):10008-10010.
- [14] 徐梅英,秦小凯.角蝶螺的生物学特性及营养成分分析[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2008,27(3):271-276.
- [15] 吴小平,欧阳珊,梁彦龄,等.三种环棱螺贝壳形态及齿舌的比较研究[J].南昌大学学报:理科版,2000,24(1):1-5.
- [16] ODILE L, LUC M, JACQUES D. Temperature and phenotypic plasticity in the shell color and banding of the land snail *Helix aspersa* [J]. C R Acad Sci Ser III Sci, 1998, 321(8): 649-654.
- [17] PALES E E, PERRIGAUIT M, ALLAM B. Shell color and pattern variation in *Mytilus edulis* and its adaptive significance [J]. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, 2010, 156(4):495-501.
- [18] SOKOLOVA I M, BERGER V J. Physiological variation related to shell color polymorphism in white sea littorina *saxatilis* [J]. J Exp Mar Biol Eco, 2000, 245(1): 1-23.

【责任编辑 霍欢】