

平洪领,王天明,吕振明,等. 曼氏无针乌贼(*Sepiella japonica*)体型性状对体质量的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):218-220.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.071

曼氏无针乌贼(*Sepiella japonica*)体型性状对体质量的影响

平洪领¹,王天明¹,吕振明¹,胡晓宇¹,杨静文¹,史会来²,刘婉¹,刘立芹¹

(1. 浙江海洋学院/国家海洋设施养殖工程实验室,浙江舟山 316022; 2. 浙江省海洋水产研究所,浙江舟山 3160022)

摘要:选取 40 日龄曼氏无针乌贼 100 只,测定了胴长(X_1)、全长(X_2)、眼间距(X_3)、体宽(X_4)、触腕长(X_5)、体质量(Y)等 6 项性状指标。采用相关分析和通径分析方法,计算了以测量性状为自变量对因变量体质量的相关系数、通径系数、决定系数、相关指数,运用逐步剔除方法后,建立测量性状对体质量的回归方程。结果表明:曼氏无针乌贼的 5 个体型性状均与体质量呈极显著相关;胴长、体宽对体质量的通径系数达到显著水平,是直接影响体质量的重要性状;决定系数分析结果与通径分析结果相同;采用逐步线性回归的方法建立了以形态性状指标值估计体质量的回归方程: $Y = -78.44 + 13.98X_1 + 6.21X_4$;选取的性状与体质量的复相关指数为 0.895,定量分析了形态性状对体质量的影响效果。

关键词:曼氏无针乌贼;形态性状;通径分析;多元回归方程

中图分类号: S917.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0218-03

曼氏无针乌贼(*Sepiella japonica*)属软体动物门(Mollusca)头足纲(Cephalopoda)乌贼目(Sepioidea)乌贼科(Sepiidae)无针乌贼属(*Sepiella*),为中型乌贼。曼氏无针乌贼是我国重要的水产经济动物,广泛分布于中国沿海、俄罗斯远东海、日本濑户内海、朝鲜西南沿海等海区,是我国东海渔场传统的“四大海产”之一。历史上浙江省曼氏无针乌贼最高年产量达 6 万 t,占该省海洋捕捞总产量的 9.3%^[1]。

国内外学者已对曼氏无针乌贼的生物学、繁殖习性、洄游分布、资源状况以及增养殖开展过研究^[2-5]。形态性状和体质量指标是遗传育种与种苗繁殖研究的重要依据。自 20 世纪 20 年代 Wright 首次提出通径系数的分析方法^[6]以来,多元分析法已被广泛应用于水产养殖育种方案的优化和生产量的估计^[7-8],例如刘小林等对栉孔扇贝的体质量与多个测量性状进行了多元分析^[9];平洪领等利用逐步线性回归法实现天津厚蟹表型性状与体质量的通径分析^[10]。随着曼氏无针乌贼野生资源遭到极大的破坏^[11],人工养殖规模的扩大以及国家对曼氏无针乌贼放流投入的加大,对曼氏无针乌贼的人工选育工作提出了迫切需求。本研究用曼氏无针乌贼的体质量与测量性状进行多元分析,利用相关分析、通径分析、回归分析方法,给出了影响曼氏无针乌贼体质量的主要测量性状及其直接作用和间接作用的大小,建立了估计曼氏无针乌贼体质量的多元回归方程,以期对曼氏无针乌贼的选育工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试曼氏无针乌贼来源于福建省漳州市自然海区的野生受精卵,均由浙江大海洋科技有限公司培育。随机选取 40 日龄曼氏无针乌贼 100 只,分别测定其胴长(X_1)、全长(X_2)、眼间距(X_3)、体宽(X_4)、触腕长(X_5)、体质量(Y)等 6 项指标。

1.2 测定方法

采用游标卡尺测量曼氏无针乌贼胴长、全长、眼间距、体宽、触腕长等 5 项体型性状的指标(图 1),精确到 0.01 cm。用电子天平称量曼氏无针乌贼体质量,精确到 0.01 g。

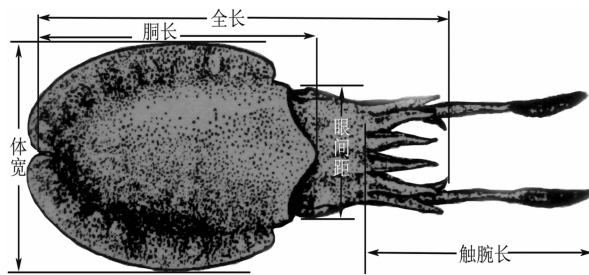


图1 曼氏无针乌贼形态特征测量部位示意

1.3 数据统计与分析

应用 SPSS 17.0、Excel 2010 软件对曼氏无针乌贼形态性状、体质量数据进行初步统计处理,利用各表型参数统计量,分别进行表型相关分析、测量性状各指标对体质量的通径分析和决定系数的计算。依据各性状对体质量的直接作用和间接影响建立回归方程。运用 SPSS 17.0 软件只需“Analyze→Regression→Linear”程序便可获得通径系数、相关系数以及显著性检验等信息^[12]。利用 SPSS 17.0 软件的独立样 t 检验对体质量进行差异显著性检验,置信区间设为 95%。

收稿日期:2014-12-02

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD13B08);浙江省科研院所专项(编号:2015F50055)。

作者简介:平洪领(1988—),男,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向为海洋生物种质资源与遗传育种。E-mail: pinghongling@126.com。

通信作者:刘立芹,博士研究生,高级实验师,主要从事海洋生物遗传育种研究。E-mail: liuliqin-666@163.com。

2 结果与分析

2.1 曼氏无针乌贼各性状参数统计

由表 1 可知,所测的 5 个形态指标中,触腕长最大,为 13.533 cm;眼间距最小,为 3.198 cm。体质量变异程度最高,为 21.624%,其次依次为体宽>触腕长>全长>胴长>眼间距。形态指标间的变异范围在 7.974%~12.551%,表明所选择的样本均一性较高。

2.2 曼氏无针乌贼性状间的相关分析

由表 2 可知,曼氏无针乌贼胴长、全长、体宽、眼间距、触腕长、体质量之间的相关性均达到了极显著水平($P<0.01$),表明将所选指标用来进行相关分析具有可靠性。其中体质量

表 1 曼氏无针乌贼所测性状的表型统计量

项目	性状					
	胴长 (cm)	全长 (cm)	体宽 (cm)	眼间距 (cm)	触腕长 (cm)	体质量 (g)
平均值	7.902	12.359	4.677	3.198	13.533	61.09
标准差	0.633	1.062	0.587	0.255	1.285	13.210
变异系数(%)	8.010	8.593	12.551	7.974	9.495	21.624

与胴长的相关系数最大,为 0.883;眼间距与体宽的相关系数最小,为 0.460;体质量与其他各性状间均呈极显著正相关,与其他性状的相关程度大小依次为胴长>眼间距>全长>触腕长>体宽。

表 2 曼氏无针乌贼各性状及体质量相互之间的表型相关系数

性状	体质量(Y)	胴长(X_1)	全长(X_2)	眼间距(X_3)	体宽(X_4)	触腕长(X_5)
体质量(Y)	1.000	0.883 **	0.755 **	0.791 **	0.504 **	0.544 **
胴长(X_1)		1.000	0.782 **	0.768 **	0.507 **	0.494 **
全长(X_2)			1.000	0.575 **	0.486 **	0.474 **
眼间距(X_3)				1.000	0.460 **	0.497 **
体宽(X_4)					1.000	0.489 **
触腕长(X_5)						1.000

注:“*”“**”分别表示在 0.05、0.01 水平上相关性显著。表 6 同。

2.3 数据检验及建立逐步回归方程

使用 SPSS 17.0 软件对曼氏无针乌贼体质量(Y)进行正态性检验,由表 3 可见,Kolmogorov-Smirnov Test 统计量 0.066,显著水平 $P=0.200>0.1$,所以因变量 Y 服从正态分布,因此体质量是正态变量,可以进行回归分析。选取体质量为因变量、其他性状参数为自变量进行回归分析,结果见表 4、表 5,根据显著性检验结果剔除不显著的参数,保留胴长($t=5.998$)、体宽($t=2.470$),据此建立回归方程: $Y=-78.44+13.98X_1+6.21X_3$ 。

表 3 曼氏无针乌贼体质量正态检验结果

Kolmogorov-Smirnova 检验			Shapiro-Wilk 检验		
统计量	df	P 值	统计量	df	P 值
0.066	100	0.200 *	0.982	100	0.749

注:标有“*”表示差异显著。

经多元回归关系显著性检验和各个偏回归系数显著性检验(表 5、表 6)表明,回归关系达到极显著水平($P<0.01$),各

表 4 模型输出结果

模型	相关系数 (r)	决定系数 (r^2)	校正决定 系数(r^2)	估计标准误差
1	0.883a	0.779	0.773	6.288 54
2	0.900b	0.896	0.800	5.904 60

注:模型 1 预测因子:胴长;模型 2 预测因子:胴长、体宽。

表 5 回归系数结果

回归步骤	变量	偏回归 系数	标准差	标准偏 回归系数	t 值	P 值
1	回归截距	-84.385	12.602		-6.696	0.000
	胴长	18.410	1.590	0.883	11.580	0.000
2	回归截距	-78.442	12.074		-6.497	0.000
	胴长	13.985	2.332	0.671	5.998	0.000
	体宽	6.205	2.512	0.276	2.470	0.010

性状对体质量的偏回归系数显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)。经回归预测,估计值与实际值差异不显著,说明该方案可简便可靠地应用于实际工作。

表 6 多元回归方程的方差分析

指标	2 个自变量				1 个自变量			
	df	SS	MS	F	df	SS	MS	F
回归	2	5 515.998	2 757.999	79.107 **	1	5 303.239	5 303.239	134.104 **
残差	97	1 289.978	34.864		98	1 502.737	39.546	
总计	99	6 805.976			99	6 805.976		

2.4 测量性状对体质量的通径分析

为了揭示各性状间的本质联系,应对各性状间的相关系数进行剖析,即找出从原因到结果的直接影响和通过其他原因到该结果的间接影响,正是在间接影响的作用下,使得相关系数不能直接体现变量间的相关关系。由表 7 可见,曼氏无针乌贼胴长、体宽对体质量的通径系数达到了极显著水平,它

们的通径系数分别是 0.671、0.276,可以剔除其他通径系数不显著的性状。经显著性检验,由表 5 可知,保留的 2 个形态性状胴长、体宽都达到了显著水平($P<0.05$)。其中对体质量直接作用的大小关系为胴长>体宽;间接作用的大小关系为体宽>胴长(表 7)。因此,胴长对体质量的直接作用较大,而间接作用较小,说明胴长主要是通过直接作用对体质量产

表 7 曼氏无针乌贼形态性状对体质量的影响

性状	相关系数 (r_{ij})	直接作用 (P_i)	间接作用($r_{ij}P_j$)		
			总和	胴长	体宽
胴长	0.883	0.671	0.212		0.212
体宽	0.791	0.276	0.515	0.515	

生影响,而体宽则主要是通过间接作用对体质量产生影响。

2.5 各测量性状对体质量的决定程度分析

单个性状对体质量的决定系数 $d_i = P_i^2$, 2 个性状对体质量的决定系数 $d_{ij} = 2r_{ij}P_iP_j$, 由此计算出形态性状间协同对体质量的决定系数。由表 8 可见,胴长、体宽单独对体质量的决定系数分别为 0.450、0.076,0.370 为胴长与体宽共同对体质量的决定系数。决定系数总和 $\Sigma d = 0.896$, 这与表 4 中决定系数(r^2)相同。表明本研究所列形态性状是影响体质量的重点性状,其他性状影响相对较小。

表 8 曼氏无针乌贼形态性状对体质量的决定系数

性状	决定系数	
	胴长	体宽
胴长	0.450	0.370
体宽		0.076

3 结论与讨论

3.1 相关分析与回归分析的联系

从相关性分析结果可以看出,尽管所测的 5 个形态性状均与体质量呈极显著相关,但经过逐步引入剔除法(Step-wise)进行回归分析时,大部分性状指标被剔除掉,只保留了胴长和体宽。这说明即便相关系数很大,回归关系也不一定会显著。这可能是因为这些被剔除掉的形态参数与体质量的回归关系不够显著,而且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^[13]。

3.2 影响体质量重点性状的确定

进行通径分析和决定系数分析时,只有当决定指数(r^2)或各自变量对因变量的单独决定系数及两两共同决定系数的总和数值上 ≥ 0.85 时,才表明依变量的主要自变量已找到。本研究得到 $r^2 = 0.896$,说明所保留的曼氏无针乌贼的形态性状是影响体质量的重点性状,进一步说明通径系数分析结果能够反映形态性状与体质量之间的真实关系。在选择育种中,胴长、体宽是理想的测度指标。因此,在曼氏无针乌贼生长快速品种的选育中,在以体质量为主要选育性状的前提下,可以考虑以胴长、体宽等性状作为辅助选择性状,综合考虑以加快生长快的新品种选育。

3.3 曼氏无针乌贼数量性状选择育种的意义

运用通径分析和多元分析对鱼类^[14]、贝类^[15]、虾蟹类^[16-17]进行数量性状选育的报道较多,但是对曼氏无针乌贼进行性状选育的报道较少。本研究对所测性状数据进行生物学分析统计后发现,体质量的变异系数最大,一方面说明对曼氏无针乌贼的体质量性状进行选育潜力很大,另一方面又说明依据体质量对曼氏无针乌贼直接选育,可能会因为环境因素的改变而产生较大的系统误差。而胴长与体宽的变异系数

相对较小,因此可以根据以上形态性状对体质量进行间接选育,这样可以减少环境所产生的影响,确保选育的真实性与准确性。本研究通过通径分析和多元分析确定了影响体质量的最优回归方程: $Y = -78.44 + 13.98X_1 + 6.21X_3$ 。因此,在曼氏无针乌贼的选育工作中,可以直接测量胴长与体宽,不需要测量其他形态性状,这样既保证了选育的效果,又可以减少工作量。

参考文献:

[1]刘雅丹. 2001 年世界头足类市场的特点[J]. 中国渔业经济, 2002(2):50.

[2]张 炯,卢伟成. 曼氏无针乌贼繁殖习性的初步观察[J]. 水产学报,1965,2(2):35-43.

[3]唐逸民,吴常文. 曼氏无针乌贼生物学特性及渔场分布变化[J]. 浙江水产学院学报,1986,5(2):165-170.

[4]Moltschanivskyj N A, Jackson G D. Growth and tissue composition as a function of feeding history in juvenile cephalopods[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,2000,253(2):229-241.

[5]Correia M, Domingues P M, Sykes A, et al. Effects of culture density on growth and broodstock management of the cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) [J]. Aquaculture, 2005, 245(1/4):163-173.

[6]Wright S. Correlation and causation [J]. Journal of Agriculture Research, 1921, 20(7):557-585.

[7]Deboski P, Dobosz S, Robak S, et al. Fat level in body of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and sea trout (*Salmo trutta* m. *trutta* L.), and method of estimation from morphometric data[J]. Archives of Polish Fisheries, 1999, 7(2):237-243.

[8]高保全,刘 萍,李 健,等. 三疣梭子蟹形态性状对体重影响的分析[J]. 海洋水产研究,2008,29(1):44-50.

[9]刘小林,常亚青,相建海,等. 栉孔扇贝壳尺寸性状对活体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼,2002,33(6):673-678.

[10]平洪领,李玉全. 逐步线性回归法实现天津厚蟹 (*Helice tien-sinensis*) 表型性状与体重的通径分析[J]. 海洋与湖沼,2013,44(5):1353-1357.

[11]吴常文,赵淑江,徐蝶娜. 舟山渔场针乌贼 (*Sepia andreana*) 的生物学特性及其渔场分布变迁[J]. 海洋与湖沼,2006,37(3):231-237.

[12]杜家菊,陈志伟. 使用 SPSS 线性回归实现通径分析的方法[J]. 生物学通报,2010,45(2):4-6.

[13]于 飞,张庆文,孔 杰,等. 大菱鲆测量性状对体重的影响效果分析[J]. 海洋水产研究,2008,06(6):33-39.

[14]Kora H, Tsuchimoto M, Miyata K, et al. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream[J]. Fisheries Science, 2000, 66(2):365-371.

[15]Yang H S, Zhang T, Wang J, et al. Growth characteristics of *Chlamys farreri* and its relation with environmental factors in intensive raft-culture areas of Sishiliwan Bay, Yantai[J]. Journal Journal of Shellfish Research, 1999, 18(1):71-76.

[16]邓平平,戴习林,臧维玲,等. 罗氏沼虾形态性状对体重的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(7):205-211.

[17]Thomas M M. Age and growth, length weight relation and relative condition factor of *Penaeus semiculatus* [J]. Fish, 1975, 22:133-142.