

鸿雁体尺指标与体质量的相关性研究

杜强¹, 韩卫杰¹, 郑峰², 黄晓凤^{1*}

(1. 江西省林业科学院, 江西南昌 330032; 2. 江西省浮梁县林业局, 江西景德镇 333400)

摘要 [目的]探讨鸿雁体尺指标与体质量之间的相互关系, 揭示其体尺指标对体质量的影响程度。[方法]试验随机选取 6 月龄鸿雁 30 只, 雌雄各半, 测量其体质量(Y)、胫围(X_1)、胫长(X_2)、胸宽(X_3)、胸深(X_4)、胸围(X_5)、体斜长(X_6)、龙骨长(X_7), 运用 SPSS 22.0 软件进行体尺指标与体质量的相关分析、通径分析和回归分析。[结果]鸿雁的体尺指标(胫围、胸宽、胸深、胸围、体斜长、龙骨长)与体质量之间存在极显著正相关($P < 0.01$)。在体尺指标中, 对鸿雁体质量的直接作用较大的指标有龙骨长、胸宽、胫围、胸深; 大部分指标的直接作用小于间接作用, 反映多体尺指标联合效应成为影响鸿雁体质量的主要因素。决定程度分析显示, 对鸿雁体尺指标对体质量决定程度较高的体尺指标有龙骨长、胫围、胸宽。以体质量为因变量, 体尺指标为自变量, 采用逐步线性回归方法建立了回归方程: $Y = -2.432 + 0.146X_7 + 0.371X_1 + 0.124X_3$ ($r = 0.924, P < 0.01$)。[结论]该研究结果可为利用鸿雁进行我国家鹅杂交改良提供依据。

关键词 鸿雁; 体尺; 体质量; 相关分析; 通径分析

中图分类号 S865 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)11-0088-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.11.023

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Correlation Analysis between the Body Sizes and Body Weight of *Anser cygnoides*

DU Qiang¹, HAN Wei-jie¹, ZHENG Feng² et al (1. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang, Jiangxi 330032; 2. Forestry Bureau of Fuliang County, Jingdezhen, Jiangxi 333400)

Abstract [Objective] To investigate the correlation between body weight and body size indices of *Anser cygnoides*, and reveal the influencing degree of body weight and body size indices. [Method] 30 heads (half male and half female) of *A. cygnoides* at 6-month-age were selected randomly as objects. The body weight (Y), shank girth (X_1), shank length (X_2), chest width (X_3), chest depth (X_4), chest circumference (X_5), body steep length (X_6), and keel length (X_7) were measured. The phenotypic correlation analysis, path analysis and regression analysis between the body weight and body size indices of *A. cygnoides* were made by using SPSS 22.0 software. [Result] There were extremely significant positive correlation between body weight and body size indices (shank girth, chest width, chest depth, chest circumference, body steep length, keel length) ($P < 0.01$). Among the body size indices, keel length, chest width, shank girth, and chest depth had greater direct effects on the body weight, and most indices had greater direct effects than indirect effects, which indicated the combined effect of multiple body size indices had become the main factor affecting the body weight of *A. cygnoides*. The decision analysis showed that the body size indices that had higher degree of determination for the body weight of *A. cygnoides* were keel length, shank girth and chest width. Taking body weight as dependent variable and body size indices as independent variables, the regression equation was established by using the stepwise linear regression method as $Y = -2.432 + 0.146X_7 + 0.371X_1 + 0.124X_3$ ($r = 0.924, P < 0.01$). [Conclusion] The results of this study could provide the basis for the use of *A. cygnoides* to improve the goose hybridization in China.

Key words *Anser cygnoides*; Body size; Body weight; Correlation analysis; Path analysis

鸿雁(*Anser cygnoides*)属于雁形目鸭科雁属水鸟, 主要栖息于平原草地上的湖泊、水塘、河流、沼泽及其附近地区, 以各种草本植物的叶、芽为食。在我国, 鸿雁的繁殖地主要位于黑龙江省、吉林省和内蒙古自治区^[1], 越冬地主要位于江西、安徽等长江中下游地区。由于其长期生存在野外, 鸿雁具有较强的抗病性和觅食能力, 且我国家鹅的祖先^[2]在外貌特征方面与灰鹅品种相似, 可用于与家鹅品种进行杂交育种, 改良家鹅的抗病性和放牧等性状。由于鸿雁未经过严格选育, 在体质量方面与家鹅相比明显偏小, 而体质量是重要的经济性状。笔者对鸿雁影响体质量的体尺指标进行研究, 以期利用鸿雁进行我国家鹅杂交改良提供科学依据。

1 材料与方

1.1 材料 试验动物来自江西省林业科学院野生动植物保护研究所野生动物驯养基地的 6 月龄鸿雁群体, 随机抽取 30 只进行体尺指标、体质量测定。

1.2 测定指标 测定鸿雁胫围(X_1)、胫长(X_2)、胸宽(X_3)、

胸深(X_4)、胸围(X_5)、体斜长(X_6)、龙骨长(X_7)、体质量(Y)共 8 个指标。

1.3 数据统计与分析 所有数据首先在 Excel 软件上建立数据库, 再利用 SPSS 22.0 软件对体质量和体尺指标进行双变量 Pearson 相关分析、通径分析和逐步线性回归分析, 并建立最优回归方程。

2 结果与分析

2.1 测定性状表型值 各测定指标经初步整理后, 各性状表型值见表 1。

2.2 体质量与体尺指标间的相关性分析 鸿雁体质量与体尺指标间的相关系数及各体尺指标间的相关系数见表 2。由表 2 可知, 鸿雁的体质量与胫围、胸宽、胸深、胸围、体斜长、龙骨长之间存在极显著正相关($P < 0.01$), 相关系数由大到小依次为龙骨长(0.842)、体斜长(0.729)、胫围(0.716)、胸围(0.653)、胸宽(0.614)、胸深(0.494)。各体尺指标之间存在复杂的相关性, 表明鸿雁体质量的增加是各体尺指标共同作用的结果。

2.3 体质量和体尺的通径分析及相关系数剖分 根据通径分析原理, 通径系数是标准化的偏回归系数, 经计算, 各体尺指标对体质量的通径系数为 $P_1 = 0.295, P_2 = 0.005, P_3 = 0.218, P_4 = 0.148, P_5 = 0.044, P_6 = 0.122, P_7 = 0.409$ 。

基金项目 中央财政林业科技推广项目(JXTG[2018]18); 江西省重点研发项目(2020BBFL63030)。

作者简介 杜强(1969—), 男, 江西樟树人, 副研究员, 博士, 从事林业资源利用研究。*通信作者, 研究员, 博士, 从事野生动物保护与利用研究。

收稿日期 2020-09-10

表 1 鸿雁体尺指标和体质量表型值

Table 1 Phenotype values of body size indices and body weight of *A. cygnoides*

项目 Item	胫围 Shank girth (X_1)/cm	胫长 Shank length (X_2)/cm	胸宽 Chest width (X_3)/cm	胸深 Chest depth (X_4)/cm	胸围 Chest circumference (X_5)/cm	体斜长 Body steep length (X_6)/cm	龙骨长 Keel length (X_7)/cm	体质量 Body weight (Y)/kg
平均数 Average	4.451	7.000	11.738	10.351	39.896	26.424	16.448	3.085
标准差 Standard deviation	0.332	0.422	0.771	1.054	2.131	1.517	1.403	0.375
变异系数 CV/%	7.459	6.028	6.808	10.183	5.341	5.714	8.530	12.156

表 2 鸿雁体质量和体尺指标间相关性分析

Table 2 Correlation analysis between body weight and body size indices of *A. cygnoides*

指标 Index	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	Y
X_1	1	0.178	0.345	0.311	0.487**	0.446*	0.546**	0.716**
X_2		1	0.417*	-0.216	0.268	0.047	0.135	0.189
X_3			1	0.132	0.413*	0.588**	0.448**	0.614**
X_4				1	0.196	0.333	0.431	0.494**
X_5					1	0.631**	0.655**	0.653**
X_6						1	0.660**	0.729**
X_7							1	0.842**
Y								1

注: * 表示显著相关($P < 0.05$); ** 表示极显著相关($P < 0.01$)

Note: * indicated significant correlation ($P < 0.05$); ** indicated extremely significant correlation ($P < 0.01$)

依据通径系数的性质可知,鸿雁体尺指标对体质量的直接作用最大的是龙骨长,其次为胫围、胸宽、胸深、龙骨长,而胫长的直接作用较小。这反映出鸿雁骨骼的健壮程度对其体质量的直接作用较大。

根据通径分析原理,可将鸿雁体质量与体尺指标的相关

系数剖分为直接作用和间接作用。由表 3 可知,在鸿雁体尺指标中,胸围、体斜长、胫围、胸宽、胸深、龙骨长主要通过间接作用影响鸿雁的体质量,这进一步反映了各体尺指标通过复杂的相互关系对鸿雁的体质量进行影响。

表 3 鸿雁体质量和体尺指标的通径分析及相关系数剖分

Table 3 Path analysis and subdivision of correlation coefficient between body weight and body size indices of *A. cygnoides*

性状 Traits	表型相关 Phenotypic correlation	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effects							
			Σ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	0.716	0.295	0.421	0.000	0.001	0.075	0.046	0.021	0.054	0.223
X_2	0.189	0.005	0.184	0.053	0.000	0.091	-0.032	0.012	0.006	0.055
X_3	0.614	0.218	0.397	0.102	0.002	0.000	0.020	0.018	0.072	0.183
X_4	0.494	0.148	0.345	0.092	-0.001	0.029	0.000	0.009	0.041	0.176
X_5	0.653	0.044	0.609	0.144	0.001	0.090	0.029	0.000	0.077	0.268
X_6	0.729	0.122	0.607	0.132	0.000	0.128	0.049	0.028	0.000	0.270
X_7	0.842	0.409	0.433	0.161	0.001	0.098	0.064	0.029	0.081	0.000

2.4 决定程度分析 袁志发等^[3]提出决定系数($R_{(i)}^2$),可从复杂的自变量相关网中得到某个自变量(X)对依变量(Y)的决定程度,计算公式为 $R_{(i)}^2 = P_i^2 + R_{ji}^2$,其中 $R_{ij}^2 = 2P_i r_{ij} P_j$ 。经计算,该研究中各自变量的决定系数如下: $R_1^2 = 0.211$, $R_2^2 = 0.001$, $R_3^2 = 0.134$, $R_4^2 = 0.073$, $R_5^2 = 0.029$, $R_6^2 = 0.089$, $R_7^2 = 0.344$ 。由此可见,对体质量决定程度较高的体尺指标有龙骨长、胫围、胸宽。

2.5 体质量与体尺指标的逐步回归分析 运用 SPSS 22.0 软件对鸿雁的体质量和体尺指标进行逐步回归分析,结果见表 4~5。

由表 4、5 可知,鸿雁体质量和体尺指标之间的最优回归方程为 $Y = -2.432 + 0.146X_7 + 0.371X_1 + 0.124X_3$ ($r = 0.924$)。经检验,回归关系达到极显著水平($P < 0.01$),说明此方程对

鸿雁体质量的预测具有较强的参考性。

表 4 鸿雁体质量和体尺指标的逐步回归模型

Table 4 Stepwise regression model between body weight and body size indices of *A. cygnoides*

模型 Model	r	R^2	调整后 R^2 Adjusted R^2	估计标准误差 Estimated SE
1	0.842	0.708	0.697	0.206
2	0.896	0.802	0.787	0.173
3	0.924	0.854	0.836	0.152

3 讨论

各性状间的相关系数是进行多元分析的基础,但相关系数是两变量间关系的综合体现,它既包含变量间的直接关系,又包含通过其他变量影响的间接关系,因此仅通过相关

分析不能正确描述两性状间的真实关系^[4-6]。通径分析可将性状间的关系剖分为直接作用和间接作用,能够正确描述变量间的真实关系,目前此分析方法已经在虾、大白猪、鲤鱼、牡蛎、牦牛等动物上得到了广泛应用^[7-10],在良种培育方面发挥了重要作用。

表5 鸿雁体质量和体尺指标间多元回归系数的参数估计值

Table 5 Parameter estimates of multiple regression coefficients between body weight and body size indices of *A. cygnoides*

模型 Models		B 值 B value	标准误 SE	标准系数 Standard coefficient	t 值 t value	P
1	(常数)	-0.611	0.458		-1.334	<0.00
	龙骨长	0.225	0.028	0.842	8.096	<0.00
2	(常数)	-1.571	0.471		-3.332	<0.01
	龙骨长	0.171	0.028	0.642	6.168	<0.01
	胫围	0.412	0.117	0.366	3.514	<0.01
3	(常数)	-2.432	0.506		-4.810	<0.01
	龙骨长	0.146	0.026	0.548	5.660	<0.01
	胫围	0.371	0.104	0.329	3.571	<0.01
	胸宽	0.124	0.042	0.265	2.962	<0.01

该研究通过相关分析发现,衡量鸿雁骨骼发育状况的体尺指标胫围、胸宽、胸深、胸围、体斜长、龙骨长之间存在显著相关,表明各指标间关系密切。在体质量方面,鸿雁的体质量与胫围、胸宽、胸深、胸围、体斜长、龙骨长之间存在极显著正相关,而这些指标对体质量的影响是以间接作用为主,说明各指标间通过较复杂的关系来影响其体质量。决定程度

(上接第63页)

田间长势、植株性状、块茎性状、产量和生育期进行了比较分析。结果表明,“H-6”的株高、单株结薯数、产量等表现较好,是潜在的适合文山州地区种植的品种。

表5 不同彩色马铃薯品种产量的比较

Table 5 Comparison of the yields of different varieties of pigmented potatoes

品种名称 Variety name	小区产量 Plot yield kg/区	折合产量 Equivalent yield kg/hm ²	较对照增产	
			Yield increase compared with CK kg/hm ²	增长率 Increasing rate %
紫云1号 Ziyun 1	36.63	36 648	-546.27	-18.3*
云薯603 Yunshu 603	38.74	38 759	-405.51	-13.6*
云薯305 Yunshu 305	42.45	42 471	-158.06	-5.3
H-6	48.45	48 474	242.12	8.1*
黑玫瑰 Heimeigui	36.46	36 478	-557.61	-18.7*
丘北紫洋芋 (CK) Qiubeiziyangyu	44.82	44 842	—	—

注: *表示在0.05水平差异显著

Note: * indicated significant differences at 0.05 level

分析显示,体质量决定程度较大的主要是胸部指标(龙骨长、胸宽)及骨骼健壮指标(胫围),表明胸部的发育程度对鸿雁体质量有较大影响,在以增加体质量为目标良种选择过程中应给予更多关注。

4 结论

该研究通过分析鸿雁的体尺指标与体质量间的相关性,探讨了各体尺指标对鸿雁体质量的影响程度,结果表明对鸿雁体质量影响较大的指标主要为胸部指标(胸宽、龙骨长)及骨骼健壮指标(胫围),可为利用鸿雁进行家鹅杂交改良提供参考。

参考文献

- [1] 丛璐璐. 内蒙古呼伦贝尔东部地区春季鸿雁巢址选择研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7372-7375.
- [2] 杜文兴. 中国地方鹅种遗传资源多样性与分类地位的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [3] 袁志发, 周静芋. 多元统计分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 董世瑞, 孔杰, 万初坤, 等. 中国对虾形态性状对体重影响的通径分析[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(3): 15-22.
- [5] 韩卫杰, 黄晓凤, 顾署生. 斑嘴鸭形态指标的相关分析及通径分析[J]. 畜牧与兽医, 2012, 44(10): 51-53.
- [6] 鲍虞园, 叶国玲, 顾晓勇. 中国鲟人工繁育及1龄稚鲟形态性状对体质量的影响[J]. 渔业科学进展, 2020, 41(4): 77-84.
- [7] 苏从成, 宗绍志. 大白猪繁殖性状的相关及通径分析[J]. 畜牧兽医杂志, 2010, 29(3): 14-17, 19.
- [8] 佟雪红, 董在杰, 缪为民, 等. 建鲤与黄河鲤的杂交优势研究及主要生长性状的通径分析[J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(3): 159-163.
- [9] 孙泽伟, 郑怀平, 杨彦鸿, 等. 近江牡蛎养殖群体数量性状间的相关及通径分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(6): 332-336.
- [10] 裴杰, 王宏博, 褚敏, 等. 无角牦牛体尺性状对体重影响的通径分析[J]. 生物技术通报, 2018, 34(6): 102-108.

原有栽培的本地品种外,“H-6”表现较好,根据文山州的地理位置及独特气候条件,可利用其进行杂交和品种选育。该试验在文山州只进行了1年,因此未能对参试品种做出全面评价,各品种的抗病性、抗旱性、花青苷含量和丰产性等仍有待进一步研究。

参考文献

- [1] 郭赵娟, 吴焕章. 彩色马铃薯营养价值与主要品种[J]. 现代农业科技, 2008(17): 107, 109.
- [2] 杨智勇, 李新生, 马娇燕, 等. 彩色马铃薯花青苷研究现状及展望[J]. 中国酿造, 2013, 32(7): 5-8.
- [3] 吕英奇, 董海翔, 姚峰嵘, 等. 彩色马铃薯花色苷研究进展[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(3): 165-177.
- [4] 程林润, 钱秋平, 陆国权, 等. 彩色马铃薯品种比较试验[J]. 上海农业科技, 2011(3): 71-72.
- [5] 田成津, 陈秋云. 高原彩色马铃薯高产栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2011(5): 129-130.
- [6] 陈孝赏, 邬飞波, 刘守坎, 等. 彩色马铃薯品种比较试验[J]. 浙江农业科学, 2008, 49(4): 452-453, 500.
- [7] 吴承金, 瞿勇, 李大春, 等. 10份彩色马铃薯亲本材料的杂交效果分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(21): 10771-10773.
- [8] 杨琼芬, 白建明, 杨万林, 等. 云南省彩色马铃薯产业的发展趋势和方向[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(4): 254-255.
- [9] 齐海英, 杜珍, 杨春, 等. 山西彩色马铃薯新品种(系)比较试验[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(5): 18-20.
- [10] 李水凤, 程湘虹, 傅满霞, 等. 彩色马铃薯新品种的引进与筛选[J]. 中国马铃薯, 2016, 30(6): 321-325.

文山州的彩色马铃薯品种选育及引种试验起步较晚,除