

马猛, 王克华, 曲亮, 窦套存, 沈曼曼, 王星果, 郭军. 鸡 72 周龄产蛋性状和鸡冠性状典型相关分析 [J]. 广东农业科学, 2019, 46(8): 118-122.

鸡 72 周龄产蛋性状与鸡冠性状典型相关分析

马 猛, 王克华, 曲 亮, 窦套存, 沈曼曼, 王星果, 郭 军
(江苏省家禽科学研究所, 江苏 扬州 225003)

摘 要:【目的】探究鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状间的相关关系。【方法】以东乡绿壳蛋鸡和单冠白菜航鸡为亲本构建的资源群体 F_2 代为素材, 测定鸡冠性状和 72 周龄部分产蛋性状。【结果】9 个变量中共有 24 对相关性达到极显著水平。鸡冠性状中, 冠重和冠面积间相关性最大, 相关系数达到 0.846 ($P < 0.01$); 72 周龄产蛋性状中, 产蛋数和蛋重相关性最大, 相关系数为 0.139 ($P < 0.01$); 两组性状中, 冠长和 72 周龄蛋重间相关性最大, 相关系数为 0.118 ($P < 0.01$)。典型相关分析中, 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状第一典型相关系数为 0.203, 达到极显著水平。【结论】两组性状间的相关性主要由冠高、冠面积、72 周龄产蛋数、72 周龄蛋重和 72 周龄蛋壳强度间的显著相关引起。

关键词: 资源群体; 产蛋性状; 鸡冠; 简单相关; 典型相关

中图分类号: S831.2

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2019)08-0118-05

Analysis on Canonical Correlation Between Egg Production and Comb Traits of 72-week-old Chicken

MA Meng, WANG Kehua, QU Liang, DOU Taocun, SHEN Manman, WANG Xingguo, GUO Jun
(*Institute of Poultry Science of Jiangsu Province, Yangzhou 225003, China*)

Abstract:【Objective】The study was to explore the correlation between comb traits and egg production traits of 72-week-old chickens【Method】The comb traits and egg production traits of 72-week-old chickens were determined by using the resource population F_2 established by Dongxiang Green-shell laying hens and single-comb White Leghorn chickens as parents.【Result】The results showed that 24 pairs of correlations among 9 variables reached extremely significant. Among the comb traits, the correlation between comb weight and comb area was the largest with the correlation coefficient of 0.846 ($P < 0.01$). As for the egg production traits of 72-week old, the correlation between egg number and egg weight was the greatest with the correlation coefficient of 0.139 ($P < 0.01$). Among the traits of two groups, the correlation between comb length and egg weight of 72-week old was the greatest with the correlation coefficient of 0.118 ($P < 0.01$). The first canonical correlation coefficient between comb traits and production traits was 0.203, which was extremely significant.【Conclusion】The correlation between the two traits was mainly affected by comb height, comb area and egg number, egg weight and eggshell strength of 72-week old.

Key words: resource population; egg production trait; comb; simple correlation; canonical correlation

收稿日期: 2019-05-27

基金项目: 江苏省现代农业产业技术体系建设项目 (JATS [2018] 247); 国家现代农业产业技术体系建设项目 (CARS-40-K01); 江苏省农业重大新品种创制项目 (PZCZ201729); 江苏省自然科学基金青年基金 (BK20160449)

作者简介: 马猛 (1988—), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为动物遗传育种, E-mail: 779701121@qq.com

通信作者: 王克华 (1962—), 男, 博士, 研究员, 研究方向家禽遗传育种与家禽生产学, E-mail: sqbreeding@126.com

【研究意义】鸡冠作为鸡的第二性征，在鸡的选育过程中越来越受到育种工作者的重视，鸡冠的发育程度也是鸡达到性成熟较为直观的体现，人们往往选择较大、较厚、较红的鸡冠来对鸡的早熟性进行选择。【前人研究进展】研究发现，鸡冠性状与鸡的各个时期的生长发育密切相关^[1-3]。季从亮等^[4]对广西三黄鸡的研究表明，77~98日龄的鸡冠高度与鸡的开产具有显著相关性，后期则与性成熟之间没有显著相关性。王谦^[5]对优质黄羽肉鸡进行研究，发现冠高与开产日龄之间存在中等程度的遗传负相关。王钱保等^[6]研究表明，优质鸡S3系冠高和冠长均与开产日龄呈现极显著负相关。庞芳清等^[7]对桂香鸡的研究表明，49、70、120日龄的冠高均与体重呈极显著相关。【本研究切入点】一般的简单相关分析只能揭示单个性状间的相关程度，当要分析两组性状间的相关程度时，典型相关分析是比较好的分析方法，因为典型相关分析是在原来变量分量的基础上，研究两个以原来变量为线性组合的新变量之间的关系，从而在分析中可以实现降维和简化分析过程，不仅能够准确分析两组性状间的关系，还能够揭示各性状在组内的相对重要性^[8]。目前，对鸡冠性状的研究大多集中在鸡冠性状与肉质及生长性状的关联上，关于蛋鸡鸡冠性状与72周龄产蛋性状的研究较少。【拟解决的关键问题】本研究以东乡绿壳蛋鸡和单冠白菜航鸡为亲本构建的资源群体F₂代为素材，研究F₂代鸡冠性状和72周龄产蛋性状之间的关联性，为鸡冠选择在蛋鸡选育上的应用提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试鸡群为东乡绿壳蛋鸡和单冠白菜航鸡构

建的资源群体F₂代，鸡群样本量1 148只，均从开产至72周龄的产蛋记录。资源群体构建方法见文献^[9]。试验鸡群饲养在江苏省家禽科学研究所邵伯基地，日粮营养水平一致，自由饮水，开产后每只鸡均单笼饲养，饲养管理条件一致。

1.2 指标测定及方法

试验鸡群于72周龄时统一屠宰并测定相关性状。测定鸡冠性状5个，包括冠长(X_1 ，鸡冠最前端至最后端直线距离)、冠高(X_2 ，鸡冠基部至最高冠齿顶端直线距离)、冠齿数(X_3)、冠重(X_4)、冠面积(X_5 ，将鸡冠假设为三角形，计算公式= $1/2(X_1 \times X_2)$)，具体测定方法参照文献^[10]。对72周龄产蛋性状选取4个重要经济性状进行研究，分别为72周龄产蛋数(Y_1 ，开产至72周龄总产蛋数量)、72周龄蛋重(Y_2)、72周龄哈氏单位(Y_3)、72周龄蛋壳强度(Y_4)。冠长、冠高：均用游标卡尺进行测量(mm)；冠重：屠宰时用剪刀将鸡冠剪下，用电子秤进行称量(g)；72周龄蛋重、哈氏单位和蛋壳强度：选取72周龄时的鸡蛋进行蛋品质测定，3次重复。

试验数据采用Excel进行统计，利用IBM SPSS22进行简单相关分析和Canonical correlation模块进行典型相关分析。

2 结果与分析

2.1 鸡冠性状和72周龄产蛋性状测定结果

由表1可知，冠长和72周龄蛋重变异系数较小，说明在鸡群中这两个性状具有较好的整齐度。其他指标的变异系数均大于10%，说明这些指标的离散程度较大，整齐度不高，其中冠重的变异系数最大，72周龄蛋壳强度和冠面积次之。造成变异系数过大的原因可能由测定方式差异造成。

表1 鸡冠性状和72周龄产蛋性状测定结果

Table 1 Measurement results of comb and egg production traits of 72-week-old chickens

性状 Trait	变量 Variable	均值 ± 标准差 Mean ± SD	变异系数 CV
冠长 Comb length (mm)	X_1	35.93 ± 3.22	8.96
冠高 Comb height (mm)	X_2	36.98 ± 6.37	17.23
冠齿个数(个) Number of comb haplodont(n)	X_3	6.14 ± 1.08	17.59
冠重 Comb weight (g)	X_4	6.31 ± 2.74	43.42
冠面积 Comb area (mm ²)	X_5	670.36 ± 156.09	23.28
72周产蛋数(枚) Egg number at 72-week-old(n)	Y_1	247.73 ± 32.43	13.09
72周蛋重 Egg weight at 72-week-old (g)	Y_2	52.59 ± 4.49	8.54
72周哈氏单位 Haugh unit at 72-week-old	Y_3	65.91 ± 7.75	11.76
72周蛋壳强度 Eggshell strength at 72-week-old(N/cm ²)	Y_4	3.04 ± 0.79	25.99

2.2 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状各变量间的简单相关分析

由表 2 可知, 鸡冠性状 5 个变量间均达到极显著相关, 其中, 冠重和冠面积间相关系数最大、达到 0.846, 冠齿数和冠重之间相关系数最小、为 0.08。72 周龄产蛋性状 5 个变量间除了 72 周龄产蛋数与其他 3 个变量间达到极显著相关外, 其他

变量间相关均不显著, 72 周龄产蛋数和蛋重相关系数最大。鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状间有 10 对变量间达到极显著相关, 冠高、冠重和冠面积除了与 72 周龄哈氏单位间相关不显著外, 与其他 3 个变量均达到极显著相关, 其中, 冠长和 72 周龄蛋重之间的相关系数最大, 冠齿数和 72 周龄哈氏单位与其他变量间均不相关。

表 2 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状各变量间的简单相关分析
Table 2 Correlation analysis between comb traits and egg production traits of 72-week-old chickens

变量 Variable	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2	Y_3
X_2	0.591**	1						
X_3	0.152**	0.105**	1					
X_4	0.626**	0.823**	0.08**	1				
X_5	0.804**	0.95**	0.132**	0.846**	1			
Y_1	0.042	0.116**	0.052	0.08**	0.095**	1		
Y_2	0.118**	0.092**	0.02	0.113**	0.114**	-0.139**	1	
Y_3	-0.036	-0.039	-0.049	-0.04	-0.044	-0.124**	-0.006	1
Y_4	-0.042	-0.112**	-0.005	-0.1**	-0.098**	-0.091**	0.1**	0.049

注: **表示极显著相关, *表示显著相关。 $X_1 \sim X_5$ 分别表示冠长、冠高、冠齿个数、冠重和冠面积, $Y_1 \sim Y_4$ 分别表示 72 周龄产蛋数、蛋重、哈氏单位和蛋壳强度。

Note: ** represents that an extremely significant level, * represents a significant level. $X_1 \sim X_5$ denotes comb length, comb height, number of comb haplodont, comb weight and comb size respectively. $Y_1 \sim Y_4$ denotes the number of laying eggs, egg weight, Haugh unit and eggshell strength of 72-week-old chickens, respectively.

2.3 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状各变量间的典型相关分析

由表 3 可知, 两组性状第一典型相关系数为 0.203, 达到极显著水平, 对应的卡方检验值和自由度分别为 66.675 和 20。第一典型相关系数大于两组变量间最大的简单相关系数, 说明典型相关分析对两组性状进行分析的结果优于简单相关分析。

表 3 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状各变量间的典型相关分析
Table 3 Canonical correlation analysis between comb traits and egg production traits at 72-week-old

典型相关系数 Canonical correlation coefficient	Wilk' s	卡方值 Chi square value	自由度 df	P 值 P value
0.203	0.943	66.675	20	< 0.05
0.108	0.984	18.768	12	0.094
0.054	0.995	5.252	6	0.512
0.041	0.998	1.884	2	0.39

鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状在 $\alpha = 0.01$ 下达到极显著水平的典型相关变量构成见表 4。由表 4 可知, V_1 构成中, 以冠高 (X_2) 和冠面积 (X_5) 的系数绝对值较大, 说明冠高 (X_2) 和冠面积 (X_5)

是影响鸡冠性状的主要因素; W_1 构成中, 则以 72 周龄产蛋数 (Y_1)、72 周龄蛋重 (Y_2) 和 72 周龄蛋壳强度 (Y_3) 的系数绝对值较大, 说明 72 周龄产蛋性状主要由这 3 个指标决定。

表 4 鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状典型相关变量构成
Table 4 Canonical correlation composition of comb traits and egg production traits of 72-week-old chickens

性状 Trait	典型变量构成 Canonical correlation composition
鸡冠性状 Comb traits	$V_1 = -0.582X_1 - 1.81X_2 - 0.165X_3 - 0.352X_4 + 1.575X_5$
产蛋性状 Egg productive traits	$W_1 = -0.624Y_1 - 0.63Y_2 + 0.11Y_3 + 0.542Y_4$

3 讨论

目前, 对家禽不同性状间进行简单相关分析的研究十分普遍 [11-14], 但是简单相关分析只能反映两个变量之间的相关程度, 不能体现两组性状多个变量间的多元相关性, 典型相关分析是利用多个变量间的相关关系来反映两组性状整体相关性的多元统计方法, 是简单相关分析和多元回归分析的扩展, 不仅能反映两组性状各个变量间组内部分的线性关系, 还能反映两组性状间关系,

在多个变量中确定主要变量,因此,在研究两组性状间相互关系时,大多采用典型相关分析^[15-18]。

在单冠鸡群体中,母鸡的性成熟度可以通过鸡冠发育程度来判断,冠大、冠红的母鸡开产早于冠小的母鸡。EITAN 等^[19]研究表明,鸡冠面积在不同组别产卵前第 8 周和第 11 周开始增大。本研究对蛋鸡鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状进行典型相关分析,研究两组性状之间的关联,结果显示,9 个变量中冠高、冠重和冠面积除了与 72 周龄哈氏单位间相关性不显著外,与 72 周龄产蛋数、蛋重和蛋壳强度均呈现极显著相关,鸡冠性状和 72 周龄产蛋性状间的相关主要反映在冠高、冠面积、72 周龄产蛋数、72 周龄蛋重和 72 周龄蛋壳强度之间显著相关。刘宗政等^[20]对广西三黄鸡第二性征和睾丸重量的研究表明,冠长冠高与睾丸大小均具有较大相关性。赵桂萍等^[1]对黄羽肉鸡部分性状进行遗传参数估计,结果表明,冠高冠厚和肌肉内脂肪含量的遗传相关分别为 0.56 和 0.44,说明冠高冠厚与鸡肉品质密切相关。黎寿丰等^[3]对优质鸡 S3 系鸡冠性状进行分析表明,S3 系的冠高、冠长和冠齿数遗传力分别为 0.651、0.806 和 0.572,均属于高遗传力,且冠高、冠长和体重之间均达到极显著相关。RYDMEL^[21]研究表明,鸡冠尺寸大小和冠重与母鸡产蛋量和平均蛋重显著相关。MUKHTAR 等^[22]报道公鸡冠尺寸对孵化率有显著影响,而母鸡冠尺寸对蛋重有影响,增加鸡冠尺寸的强选择不会提高公鸡死亡率,但是会增加母鸡死亡率,并提出公鸡 16 周鸡冠尺寸大小可作为性早熟选择的重要指标,29 周鸡冠尺寸大小可作为产蛋量选择的重要指标。HAQ 等^[23]研究认为母鸡冠面积和冠重与蛋重相关,公鸡鸡冠与雏鸡初生重有关。

4 结论

本研究用典型相关的分析方法对鸡冠性状和 72 周龄部分产蛋性状进行分析,相较于简单分析更能揭露两组性状中各个变量间的本质关系,结果显示,两组性状间呈现正相关,应用典型相关分析对于揭示两组性状间的组间关系和多目标选择育种具有重要意义,能够有效避免蛋鸡选择育种中面对多个性状进行选择时的盲目性,能有效提高选育效率。

参考文献 (References) :

- [1] 赵桂萍, 文杰, 陈继兰, 郑麦青, 李小华. 黄羽肉鸡 IMF 选择与遗传参数估计 [J]. 畜牧兽医学报, 2006,37(9):870-873.
ZHAO G P, WEN J, CHEN J L, ZHENG M Q, LI X H. Selection response and estimation of the genetic parameters for intramuscular fat in a quality chicken line [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2006,37(9):870-873.
- [2] 肖凡, 张德祥, 张细权. 我国优质鸡育种的现状和发展方向 [J]. 中国家禽, 2007, 29(11):1-5.
XIAO F, ZHANG D X, ZHANG X Q. Current situation and development direction of high quality chicken breeding in China [J]. *China Poultry*, 2007,29(11):1-5.
- [3] 黎寿丰, 赵振华, 黄华云, 李春苗, 王钱保, 薛龙岗. 优质鸡 S3 系鸡冠性状遗传力的估计及相关性分析 [J]. 安徽农业大学学报, 2015,42(5):730-732. Doi:10.13610/j.cnki.1672-352x.20150825.002
LI S F, ZHAO Z H, HUANG H Y, LI C M, WANG Q B, XUE L G. Heritability and correlations for the cocks-comb performance of high-quality chickens [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2015,42(5):730-732. doi:10.13610/j.cnki.1672-352x.20150825.002
- [4] 季从亮, 张德祥, 张细权, 刘清朝, 彭志军, 鲁生霞, 肖凡. 性成熟对广西三黄鸡胸肌肌肉品质的影响 [J]. 中国家禽, 2008,30(7):12-14.
JI C L, ZHANG D X, ZHANG X Q, LIU Q C, PENG Z J, LU S X, XIAO F. Effect of sex maturity on meat quality of breast muscle in Guangxi Sanhuang Chickens [J]. *China Poultry*, 2008,30(7):12-14.
- [5] 王谦. 优质黄羽肉鸡开产日龄选择方法的研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2007.
WANG Q. Studies on the selection methods of age at first egg trait in quality chickens [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2007.
- [6] 王钱保, 赵振华, 黎寿丰, 黄华云, 李春苗, 薛龙岗. 优质鸡鸡冠与开产性状的回归分析 [J]. 安徽农业科学, 2017,45(6):92-94. doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2017.06.032
WANG Q B, ZHAO Z H, LI S F, HUANG H Y, LI C M, XUE L G. Regression analysis between cockscomb and traits at first laying of hiht-quality chicken [J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2017,45(6):92-94. doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2017.06.032
- [7] 庞芳清, 蒋世远, 吴鹏飞, 张跟喜. 桂香鸡冠高鸡体重的相关性分析 [J]. 畜牧与饲料科学, 2015,36(10): 24-26.
PANG F Q, JIANG S Y, WU P F, ZHANG G X. Correlation analysis on comb high and body weight traits at Guixiang Chicken [J]. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2015,36(10):24-26.
- [8] 马猛, 王克华, 曲亮, 郭军, 沈曼曼, 窦套存. 苏禽绿壳蛋鸡部分性状间的典型相关分析 [J]. 中国农学通报, 2015,31(2):22-26.
MA M, WANG K H, QU L, GUO J, SHEN M M, DOU T C. Canonical correlation analysis among some traits of suqin green-eggshell layer [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015,31(2):22-26.
- [9] YUAN J W, DOU T C, MA M, YI G Q, CHEN S R, QU L J, SHEN M M, QU L, WANG K H, YANG N. Genetic parameters of feed

- efficiency traits in laying period of chickens [J]. *Poultry Science*, 2015,94(7):1470-1475.doi:10.3382/ps/pev122.
- [10] Lowry M M. Compensatory Testicular adjustments following the injection of small quantities of androgen into unilaterally castrated white leghorn cockerels [J]. *Poultry Science*, 1958,37(5):1129-1136. doi:10.3382/ps.0371129.
- [11] 白宗胜, 龚争, 程郁昕, 蔡治华. AA 肉鸡部分内脏器官重量相关性分析 [J]. *安徽科技学院学报*, 2018,32(6):18-21.
BAI Z S,GONG Z,CHENG Y X,CAI Z H.Analysis of weight correlation of partial internal organs of AA broilers [J]. *Jouanal of Anhui Science and Technology University*, 2018,32(6):18-21.
- [12] 刘嘉, 李富贵, 苗小猛, 朱庆, 王彦, 尹华东, 赵小玲. 绿壳蛋鸡及杂交组合的体尺性状与屠宰性能分析 [J]. *华南农业大学学报*, 2019,40(1):59-64. doi: 10.7671/j.issn.1001-411X.201804026.
LIU J,LI F G,MIAO X M,ZHU Q,WANG Y,YIN H D,ZHAO X L.Analysis on body size and slaughter performance of Green-shell chickens and hybrid combinations [J]. *Journal of Sourth China Agricultural University*, 2019,40(1):59-64. doi: 10.7671/j.issn.1001-411X.201804026.
- [13] 李正田, 刘丽仙, 佟荟全, 荣华, 豆腾飞, 李琦华, 葛长荣, 贾俊静, 谷大海. 茶花鸡体尺性状和屠宰性能的测定及相关性分析 [J]. *中国家禽*, 2016,38(2):47-49. doi:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.02.012.
LI Z T,LIU L X, DONG H Q, RONG H, DOU T F, LI Q H, GE C R, JIA J J, GU D H.Measurement and correlation analysis of body size and slaughter performance of Chahua chicken [J]. *China Poultry*, 2016,38(2):47-49. doi:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.02.012.
- [14] 郭蓉, 崔璨, 李思辰, 朱庆, 刘益平, 王彦, 尹华东, 叶林, 张露, 袁韞聪, 王珍, 赵小玲. 江西绿壳蛋鸡生产性能及孵化性能与蛋品质的相关性分析 [J]. *中国畜牧兽医*, 2017,44(10):2994-3000.doi:10.16431/j.cnki.1671-7236.2017.10.023.
GUO R,CUI C,LI S C,ZHU Q,LIU Y P,WANG Y,YIN H D,YE L,ZHANG L,YUAN W C,WANG Z,ZHAO X L.The productive performance and the correlation analysis between hatchability and egg quality in Jiangxi Green-eggshell Layers [J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2017,44(10):2994-3000. doi:10.16431/j.cnki.1671-7236.2017.10.023.
- [15] 赵振华, 黎寿丰, 黄华云, 李春苗, 张静, 薛龙岗. 2 个品系肉鸡体尺性状和屠宰性状的典型相关分析 [J]. *福建农林大学学报: 自然科学版*, 2012,41(2):166-169.
ZHAO Z H, LI S F, HUANG H Y, LI C M, ZHANG J, XUE L G. Canonical correlation analysis between body measurement traits and carcass traits of two natural meat-type line chickens [J]. *Journal of Fujian Agricultural and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2012,41(2):166-169.
- [16] 邓廷贤, 陆呈委, 庞春英, 谭正准, 韦科龙, 黄健, 李辉, 梁贤威. 奶牛水体尺性状与乳房性状间的典型相关分析 [J]. *中国草食动物科学*, 2016,36(3):21-23.doi:10.3969/j.issn.2095-3887.2016.03.006.
DENG T X, LU C W, PANG C Y, TAN Z Z, WEI K L, HUANG J,LI H,LIANG X W.Analysis on the canonical correlation between body measurements and udder linear traits in dairy buffaloes [J]. *China Herbivore Science*, 2016,36(3):21-23. doi:10.3969/j.issn.2095-3887.2016.03.006.
- [17] 韩顺顺, 陆登宇, 邹云峰, 刘子豪, 卫远航, 贺民, 罗荣华, 王彦, 赵小玲, 朱庆, 尹华东. 彭县黄鸡体尺性状与屠宰性能的典型相关分析 [J]. *中国家禽*, 2016,38(10):7-10.doi:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.10.002.
HAN S S, LU D Y, ZOU Y F, LIU Z H, WEI Y H, HE M, LUO R H, WANG Y, ZHAO X L, ZHU Q, YIN H D. Canonical correlation analysis on body measurements and slaughter performances of Pengxian Yellow Chicken [J]. *China Poultry*, 2016,38(10):7-10. doi:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.10.002.
- [18] 李永峰, 王克华, 曲亮, 窦套存, 马猛, 沈曼曼, 郭军, 胡玉萍, 王星果. 蛋鸡早期生长性状、40 周龄体尺性状和 72 周龄屠宰性状的典型相关分析 [J]. *四川农业大学学报*, 2016,34(3):359-364.doi:10.16036/j.issn.1000-2650.2016.03.017.
LI Y F, WANG K H, QU L, DOU T C, MA M, SHEN M M, GUO J, HU Y P, WANG X G. Canonical correlation analysis of early growth traits, body measurement traits at 40th week and slaughter traits at 72nd week of laying hens [J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2016,34(3):359-364. doi:10.16036/j.issn.1000-2650.2016.03.017.
- [19] Eitan Y, Soller M, Rozenboim I. Comb size and estrogen levels toward the onset of lay in broiler and layer strain females under ad libitum and restricted feeding [J]. *Poultry science*, 1998,77(11):1593-1600. doi:10.1093/ps/77.11.1593.
- [20] 刘宗政, 韦汉琼, 宾能明, 朱和成, 韦振强. 公鸡第二性征与睾丸重量的相关 [J]. *山东家禽*, 1994,7(3):4-5.
LIU Z Z, WEI H Q, BIN N M, ZHU H C, WEI Z Q. The correlation between the second sexual characteristics and testicular weight in cocks [J]. *Shandong Poultry*, 1994,7(3):4-5.
- [21] RydmeL, S. Honesty of female sexual ornaments in *Gallus gallus* [D]. *Linkopin University Sweden*, 2010.
- [22] Mukhtar N, Khan S. Comb: An important reliable visual ornamental trait for selection in chickens [J]. *World's Poultry Science Journal*, 2012,68(3):425-434.doi:10.1017/s0043933912000542.
- [23] Haq A, Akram M, Mukhtar N, Rehman S, Ramzan M. Effect of parental comb size and body weight on subsequent performance in Lyallpur Silver Black Layers [J]. *Pakistan Journal of Life and Social Science*, 2003,1(2): 98-101.

(责任编辑 崔建勋)