

滕金言, 王家迎, 张静, 等. 基于自动饲喂系统的肉鸡采食行为与生产性能的相关性[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(4): 7-12.

基于自动饲喂系统的肉鸡采食行为与生产性能的相关性

滕金言¹, 王家迎¹, 张 静¹, 徐昀歆¹, 季从亮², 张细权¹, 张 哲¹

(1 华南农业大学 动物科学学院/广东省农业动物基因组学与分子育种重点实验室, 广东 广州 510642;

2 广东温氏南方家禽育种有限公司, 广东 云浮 527400)

摘要:【目的】研究肉鸡采食行为对生产性能的影响, 为鸡饲养管理提供参考依据。【方法】采用由自动饲喂系统收集的 45 日龄黄羽肉鸡采食行为和生产性能数据, 通过统计描述鸡采食行为 24 h 的变化规律, 对鸡群的各个采食行为和生产性能进行相关性分析。【结果】鸡群 1 d 中存在 2 个采食高峰, 分别是 06:00—10:00 和 17:00—19:00; 在采食高峰期前期或末期鸡群的平均单只采食速率更高, 最高约为 3.0 g·min⁻¹; 鸡只的单次采食行为 (单次采食量、单次采食时长、单次采食速率) 与生产性能 (日均采食量、平均日增质量、饲料转化率) 存在显著相关; 鸡只的日均采食次数与平均日增质量存在显著负相关, 与饲料转化率存在显著正相关; 鸡只日均采食时长与生产性能无显著相关。【结论】鸡的单次采食行为与生产性能之间联系紧密, 选育采食次数少的鸡只可提高生产性能。

关键词: 黄羽肉鸡; 采食行为; 生产性能; 自动饲喂系统; 相关性
中图分类号: S831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-411X(2018)04-0007-06

Relationship between feeding behavior and production performance of broiler chickens based on automatic feeding system

TENG Jinyan¹, WANG Jiaying¹, ZHANG Jing¹, XU Yunxin¹, JI Congliang², ZHANG Xiquan¹, ZHANG Zhe¹

(1 College of Animal Sciences, South China Agricultural University/Guangdong Provincial Key Laboratory of Agro-animal Genomics and Molecular Breeding, Guangzhou 510642, China;
2 Guangdong Wen's Southern Poultry Breeding Co. Ltd., Yunfu 527400, China)

Abstract: 【Objective】To investigate the effects of feeding behavior on production performance of broiler chickens, and provide references for chicken management. 【Method】The automatic feeding system was used to collect the data of feeding behavior and production performance for 45-day-old yellow-feather broiler chickens. The change of feeding behavior for chickens over 24 hours was summarized. The correlation between feeding behavior and production performance was analyzed. 【Result】There were two peaks of feeding in one day including the times from 06:00 to 10:00 and from 17:00 to 19:00. The average feeding speed per chicken of the flock was higher in the early or late time of the feeding peaks and the highest feeding speed was about 3.0 g·min⁻¹. The correlation between single feeding behaviors (single feed intake, single feeding duration, single feeding speed) and production performances (average daily feed intake, average daily gain, feed conversation ratio) were significant. The average number of daily meals was significantly negatively correlated with average

收稿日期:2018-01-02 网络首发时间:2018-06-12
网络首发地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20180611.1417.024.html>
作者简介:滕金言 (1997—), 男, 硕士研究生, E-mail: kingyan312@live.cn; 通信作者: 张 哲 (1984—), 男, 副教授, 博士, E-mail: zhezhang@scau.edu.cn
基金项目:国家现代农业产业技术体系 (CARS-41-G03); 广东省科技计划项目 (2015A020209159); 广东省教育厅“创新强校工程”项目 (2014KTSCX034); 广州市珠江科技新星项目 (201506010027); 大学生科技创新项目 (201610564172)

daily gain, while positively correlated with feed conversation ratio. The average duration of daily feeding time was not significantly correlated with production performance. 【Conclusion】 There is a close relationship between single feeding behavior and production performance of chickens. The production performance can be increased by selecting chickens having less number of daily meals.

Key words: yellow-feather broiler chicken; feeding behavior; production performance; automatic feeding system; correlation

我国是畜禽产品消费大国, 2015 年人均消费禽类产品 9.4 kg, 同时也是鸡生产大国, 2016 年肉鸡出栏 83.9 亿只, 肉产量 1 274.8 万 t, 生产规模位居世界前列^[1-3]。随着国民经济的快速发展和人们生活的不断改善, 肉鸡产品的需求量也不断增加。通过提高肉鸡的生产性能实现更低成本、更大规模的生产是满足市场需求的重要途径之一。平均日增质量和饲料转化率 (Feed conversation ratio, FCR) 是生产性能的重要度量指标, 而影响肉鸡生产性能的因素不仅有饲料的营养水平和饲养管理方式, 也有研究表明鸡的采食行为对生产有着重要影响^[4-6]。

对于规模化养殖来说, 掌握畜禽的采食行为规律对提高畜禽的生产性能有重要意义^[7-8]。由于鸡的体型相对较小、饲养密度高, 很难实现人工精确记录鸡个体的采食事件, 且人工记录会影响鸡的采食过程。近年来, 随着畜禽采食测定技术的发展以及无线射频识别等技术的广泛应用^[9], 鸡的饲喂已经可以实现自动化, 并在鸡群自由采食的情况下自动记录鸡个体的采食时间、采食量、体质量等^[10]。目前与鸡采食行为相关的研究中, 大多研究的是采食规律等^[11], 有关鸡个体单次采食行为的研究鲜有报道。

本研究通过利用鸡自动饲喂系统, 探究鸡采食行为 24 h 的变化规律以及采食行为与生产性能之间的关系, 旨在深入了解鸡采食行为对生产性能的影响, 为鸡饲养管理方案的制定提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验群体

本试验使用同批次 45 日龄黄羽肉鸡 249 只。将鸡群随机分为 2 组 (A 组 122 只, B 组 127 只), 分别饲养于面积为 45 m² (3 m×15 m) 的栏舍中。2 栏舍内分别安装 1~17 号与 18~33 号测定站, 其中 1 号和 33 号测定站靠近鸡舍入口, 17 和 18 号测定站位于鸡舍中央。鸡舍及测定站布局如图 1 所示, 鸡只可自由采食、饮水、活动, 采用 5 个 20 W 白炽灯 24 h 光照。本试验在广东温氏食品集团有限公司下属鸡场进行, 利用鸡自动饲喂系统对鸡进行喂

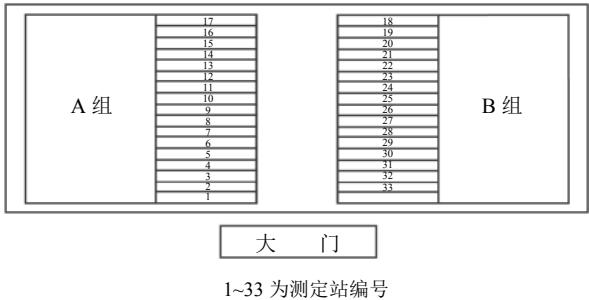


图 1 鸡舍及测定站分布示意图

Fig. 1 Distribution diagram of henhouses and electronic feeding stations

料, 该系统由测定站及电脑端记录系统组成, 具有自动喂料、准确记录采食数据等功能^[10]。测定站每次只能容纳 1 只鸡进行采食, 测定站通过识别嵌入在鸡体内的电子标签, 可记录每次采食事件对应的电子标签号码、当天日期、鸡只进入和退出测定站的时间、进入和退出测定站的饲料质量以及鸡只在采食时的实时体质量数据^[12]。饲养数据记录时间为 2015 年 7 月 15 日—2015 年 8 月 13 日, 共 28 d。

1.2 表型记录

原始采食记录由鸡自动采食饲喂系统自动生成。本试验分析的表型均基于自动饲喂系统的原始记录而定义如下: 单次采食量为鸡只从进入测定站到离开测定站的饲料消耗量; 单次采食时长为从鸡只进入测定站采食到离开测定站的耗时; 单次采食速率为单次采食量与单次采食时长的比值; 鸡群的平均单只采食速率为鸡群在某时间段内所有鸡只单次采食量与单次采食时长比值的平均值; 日均采食次数为测定周期内个体平均一天的总采食次数; 日均采食时长为测定周期内个体平均一天的总采食时长; 日均采食量为测定周期内个体平均一天的采食量; 平均日增质量为测定周期内个体平均一天增加的体质量; 饲料转化率为测定期间个体消耗的饲料量与测定期间增加的活质量之比。

试验中将鸡的单次采食量、单次采食时长、单次采食速率、日均采食次数和日均采食时长归为采食行为性状, 以日均采食量、平均日增质量和饲料转化率作为生产性能的衡量指标。

1.3 统计分析

对 249 只鸡的 187 340 条原始数据进行质量控制,剔除记录日期错误、采食量为 0 的无效数据、采食量离群值和单次采食时长小于 3 秒的异常值,选取数据记录周期大于 20 d 的鸡只数据,使用肖维勒准则对鸡只体质量异常的值进行剔除^[13]。数据质控后剩余 218 只鸡的 138 690 条记录用于后续分析。

本试验利用 R.3.4.2^[14]软件对鸡群的表型进行描述性统计分析。根据鸡群进入测定站时间对数据进行分组,分析鸡群 24 h 的采食行为变化规律;采

用 Pearson 法对所有鸡个体的采食行为性状以及生产性能进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 表型数据描述

表 1 为质控后的鸡群表型数据描述性统计。表型数据中单次采食量、单次采食时长及单次采食速率变异系数较大;日均采食次数、日均采食时长、日均采食量、平均日增质量及饲料转化率的变异系数较小,经正态检验数据基本符合正态分布。

表 1 鸡群表型描述性统计
Table 1 Descriptive statistics of the phenotypes for chickens

项目	采食行为					生产性能		
	单次采食量/g	单次采食时长/s	单次采食速率/(g·min ⁻¹)	日均采食次数	日均采食时长/h	日均采食量/kg	平均日增质量/kg	饲料转化率
最小值	0.100	3.000	0.007	6.813	0.296	0.054	0.013	2.162
最大值	50.100	941.000	30.000	51.077	1.549	0.117	0.049	6.197
平均值	3.909	107.972	2.541	23.363	0.696	0.091	0.024	3.895
标准差	4.472	113.099	2.118	7.424	0.222	0.010	0.005	0.641
变异系数	1.144	1.047	0.834	0.318	0.319	0.107	0.219	0.165

2.2 鸡群 24 h 采食行为规律

鸡群采食次数、时长、采食量 24 h 变化情况如图 2 所示。将 1 d 按时间划分为白天(06:00—19:00)和夜晚(19:00—次日 06:00)2 个阶段。由图 2 可知,鸡群的采食行为在 24 h 内均有发生,但白天的鸡群采食次数占据了全天次数的大部分,约为

78%,夜晚仅占 22%。在 24 h 内鸡群采食存在 2 个高峰期,分别是 06:00—10:00 和 17:00—19:00,鸡群采食的低峰期发生在夜晚 21:00 前后。在上午的采食高峰中,鸡群的采食次数逐渐增加并在 08:00 达到最高,而鸡群的采食时长和采食量在 07:00—08:00 出现了回落的现象,峰值推迟 1 h 后(09:00)出现。

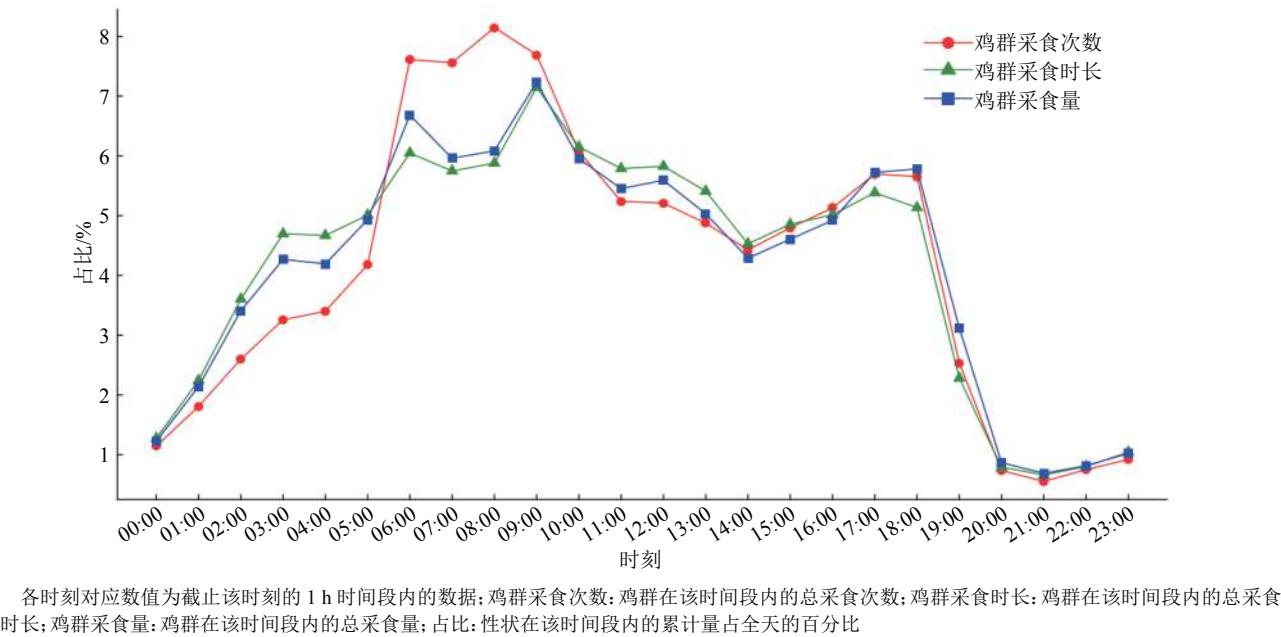


Fig. 2 The changes of feeding frequency, duration and intake of chickens for 24 hours
<http://xuebao.scau.edu.cn>

图 3 反映的是鸡群平均单次采食时长和平均单次采食量在 24 h 内的变化情况,即鸡只每次进入测定站采食行为的变化情况。结合图 2 和图 3 可知,在鸡群的 2 个采食高峰中,平均单次采食时长

和平均单次采食量都相对较低,在 08:00 时两者都达到了全天的最低水平。在夜晚期间,鸡群采食处于低峰期,平均单次采食时长和平均单次采食量都较高。

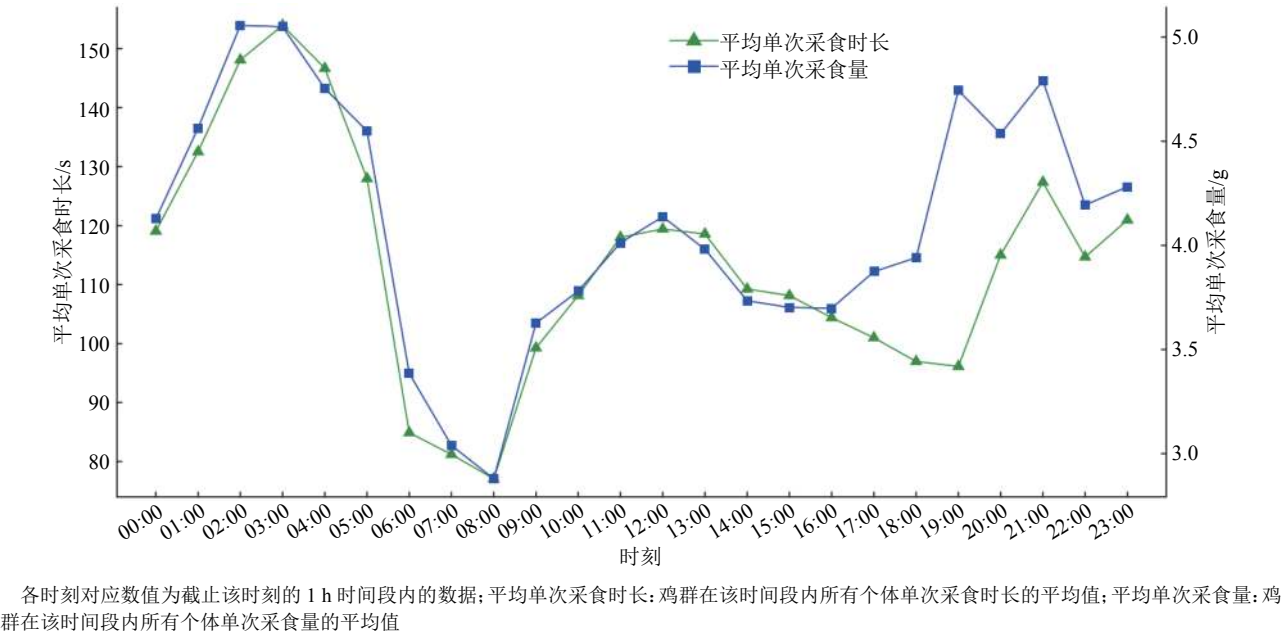


图 3 鸡群平均单次采食时长、单次采食量 24 h 变化情况

Fig. 3 The changes of the average single feeding duration and intake of chickens for 24 hours

为了进一步了解鸡群的采食效率,本试验对鸡群的平均单只采食速率 24 h 的变化情况进行了分析。如图 4 所示,在鸡群的第 1 个采食高峰开始时(06:00),平均单只采食速率达到上午的最大值;在第 2 个采食高峰末(19:00)平均单只采食速率达到全天的最高水平。平均单只采食速率最低水平出现

在凌晨 04:00。
2.3 鸡群采食行为及生产性能相关分析
对鸡群各表型相互之间的相关性进行分析,结果如表 2 所示,鸡只的单次采食行为与日均采食次数、日均采食时长之间均存在极显著的相关关系 ($P<0.01$);日均采食次数、日均采食时长和日均采食

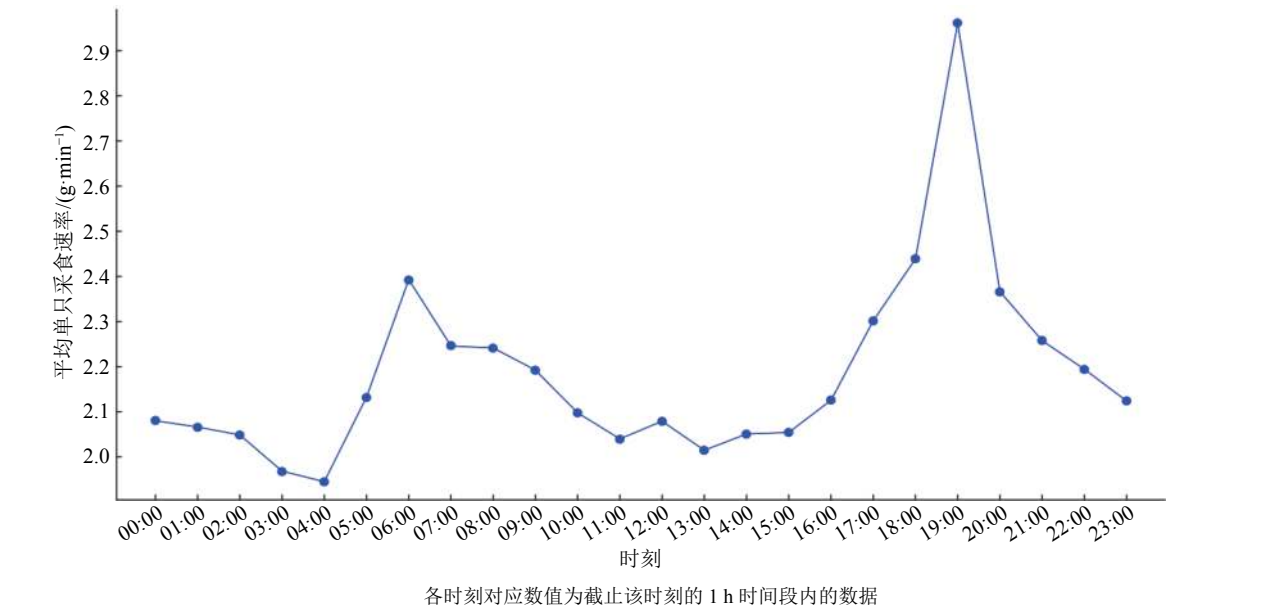


图 4 鸡群的平均单只采食速率 24 h 变化情况

Fig. 4 The change of the average feeding speed per chicken of the flock for 24 hours

表 2 鸡群各表型之间的相关系数¹⁾

Table 2 Correlation coefficients among various phenotypes of chickens

表型	采食行为					生产性能		
	平均单次采食量	平均单次采食时长	平均单次采食速率	日均采食次数	日均采食时长	日均采食量	平均日增质量	饲料转化率
平均单次采食量	1.000	0.568**	0.379**	-0.858**	-0.292**	0.132	0.321**	-0.269**
平均单次采食时长		1.000	-0.479**	-0.565**	0.516**	-0.083	0.157*	-0.211**
平均单次采食速率			1.000	-0.297**	-0.874**	0.178**	0.141*	-0.060
日均采食次数				1.000	0.322**	0.177**	-0.134*	0.237**
日均采食时长					1.000	0.107	0.059	-0.028
日均采食量						1.000	0.551**	-0.112
平均日增质量							1.000	-0.845**
饲料转化率								1.000

1) “*”和“**”分别表示相关性达到0.05和0.01的显著水平(Pearson 法); 平均单次采食量: 鸡只在测定周期内所有单次采食量的平均值; 平均单次采食时长: 鸡只在测定周期内所有单次采食时长的平均值; 平均单次采食速率: 鸡只在测定周期内所有单次采食速率的平均值

量三者关系中, 除日均采食时长与日均采食量之间相关性不显著 ($P>0.05$) 以外, 其余关系均为极显著相关; 生产性能之间仅日均采食量与饲料转化率为相关性不显著, 其余均为极显著相关。在采食行为与生产性能的关系中, 除日均采食时长与生产性能无显著相关外, 其余采食行为均与某些生产性能有显著相关性 ($P<0.05$)。

3 讨论与结论

3.1 鸡群 24 h 采食规律的影响因素

有研究表明, 影响鸡采食规律的因素包括环境温度、光照时长^[15]、日粮能量水平和饲养管理^[16-17]等。鸡的采食行为具有昼夜节律, 正常情况下鸡的采食行为都是发生在有光照的白天^[18], 如果夜晚不提供光照就几乎不采食。由于本试验中鸡舍有光源提供光照, 因此结果中显示鸡群在 24 h 内均有采食。本研究中鸡群的采食行为在 24 h 内变化规律中有 2 次采食高峰期, 与马贺等^[19]的研究结果一致。

从鸡群采食规律中可以看出, 00:00—05:00 期间, 虽然鸡群的采食次数低于白天, 但是平均单次采食时长和平均单次采食量明显高于白天, 这可能是鸡在凌晨采食不受外界干扰; 而在白天的第 1 个采食高峰期间, 鸡群采食受外界影响较大, 这也是鸡群的平均单次采食时长和平均单次采食量都明显较低缘故。鸡群在傍晚的采食规律表现为, 从 14:00 开始鸡群的采食次数、采食时长、采食量及平均单次采食量均逐渐增加, 平均单次采食时长却缓慢下降, 鸡群的平均单只采食速率处于快速上升的阶段, 并在第 2 个采食高峰末期快速下降, 这个结

果表明在夜晚到来之前, 鸡只可能为了满足整个夜晚的能量需要, 在傍晚时进行快速进食。

3.2 生产性能与采食行为的关系

本研究将鸡单次采食行为与生产性能之间的关系进行了分析。结果表明, 平均日增质量和饲料转化率与多个采食行为之间显著相关。本研究结果显示, 平均日增质量与单次采食行为均存在显著的正相关, 说明平均单次采食量越多、平均单次采食时长越长、平均单次采食速率越大的鸡只平均日增质量就越大; 平均日增质量与日均采食次数为显著负相关, 说明采食次数多的鸡只不利于其快速增质量。饲料转化率与平均单次采食量和平均单次采食时长为显著负相关, 说明平均单次采食量大及平均单次采食时长较长的鸡只料肉比低, 有利于生产; 饲料转化率与日均采食次数为显著正相关, 也就是说日均采食次数多的鸡料肉比也高, 这可能是由于鸡采食次数过多导致能量及饲料的浪费。为了防止这种现象的发生, 实际生产中可以进行合理的限饲, 以减少鸡采食次数, Lee 等^[20]、Oyedepi 等^[21]的研究也表明增加限饲的周期可以提高饲料转化效率。从试验结果中还可以看出, 日均采食量与平均日增质量为极显著的正相关, 说明日均采食量大的鸡只生长速度快。综上可知, 鸡的采食行为与生产性能之间联系紧密, 在实际生产中选育采食次数少的鸡只对提高生产效益具有重要意义。

参考文献:

[1] 郑麦青, 李鸿志, 高海军, 等. 2016 年我国肉鸡产业发展监测报告[J]. 中国家禽, 2017, 39(10): 69-72.
[2] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴: 2016

- [DB/OL]. 北京: 中国统计出版社[2017-12-26]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>.
- [3] 王燕明. 2016 年全球肉鸡生产、贸易及产业经济政策研究[J]. 中国家禽, 2017, 39(2): 1-5.
- [4] 钟晓琳, 高腾云, 翟磊. 剩余采食量效应: 评价肉牛营养与饲养过程中饲料转化率的指标[J]. 动物营养学报, 2014, 26(3): 591-596.
- [5] 冯定远, 温志芬, 罗旭芳, 等. 肉鸡营养参数及环境因素对生产性能数学函数模型的研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(s1): 35-39.
- [6] 申海涛, 袁建敏, 宁中华, 等. 蛋鸡采食饮水行为规律的研究[J]. 当代畜牧, 1996(5): 9-11.
- [7] 陈辉, 陈一凡, 叶密, 等. 利用自动监测系统研究光照周期对蛋鸡摄食行为的影响[J]. 中国家禽, 2013, 35(8): 30-32.
- [8] HOWIE J A, AVENDANO S, TOLKAMP B J, et al. Genetic parameters of feeding behavior traits and their relationship with live performance traits in modern broiler lines[J]. Poult Sci, 2011, 90(6): 1197-1205.
- [9] BLEY T A, BESSEI W. Recording of individual feed intake and feeding behavior of pekin ducks kept in groups[J]. Poult Sci, 2008, 87(2): 215-221.
- [10] 王开云, 黄瑞森, 钟日开, 等. 鸡采食和体重自动记录设备设计和试验[J]. 现代农业装备, 2016(2): 42-46.
- [11] RAHIMI G, REZAEI M, HAFEZIAN H, et al. The effect of intermittent lighting schedule on broiler performance[J]. Int J Poult Sci, 2005, 4(6): 396-398.
- [12] 张德祥, 徐振强, 季从亮, 等. 动物采食过程中顿间间隔的定量化[J]. 畜牧兽医学报, 2016, 47(8): 1523-1530.
- [13] 杨希东. 实验数据异常值的剔除方法[J]. 唐山师专学报, 1998, 20(5): 56-57.
- [14] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing[CP/OL]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017. <https://www.R-project.org/>.
- [15] CLASSEN H L, RIDDELL C, ROBINSON F E. Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens[J]. Br Poult Sci, 1991, 32(1): 21-29.
- [16] 王远孝, 卢永胜, 张莉莉, 等. 日粮不同能量水平对黄羽肉鸡采食规律的影响[J]. 中国饲料, 2009(13): 22-24.
- [17] 袁建敏. 蛋鸡采食行为调控及其影响因素[J]. 中国饲料, 1996(9): 19-21.
- [18] 白晓坤, 古川武士. 鸡的采食、饮水、排泄行为的观察[J]. 黑龙江畜牧兽医, 1989(8): 7-8.
- [19] 马贺, 李保明, 申丽, 等. 光照对北京油鸡产蛋期采食规律的影响[C]//王健. 第5届中国畜牧科技论坛论文集. 北京: 中国农业出版社, 2011: 458-461.
- [20] LEE K H, LEESON S. Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age[J]. Poult Sci, 2001, 80(4): 446-454.
- [21] OYEDEJI J O, ATTEH J O. Response of broilers to feeding manipulations[J]. Int J Poult Sci, 2005, 4(2): 91-95.

【责任编辑 庄 延】