

笼养绿尾虹雉繁殖季节的日行为节律和时间分配

钟雪^{1#}, 窦亮^{1#}, 杨本清², 邓春国², 马洪², 李贵仁², 冉江洪^{1*}

(1. 四川大学生命科学学院, 生物资源与生态环境教育部重点实验室, 四川省濒危野生动物保护生物学

重点实验室, 成都 610064; 2. 四川蜂桶寨国家级自然保护区, 四川宝兴 625700)

摘要:2006 年和 2011 年的 3~6 月, 对宝兴蜂桶寨自然保护区笼养绿尾虹雉的日行为节律和时间分配进行了观察。结果表明: 1) 日行为节律: 笼养绿尾虹雉的移动行为和取食行为表现出相同的变化规律, 在一天中出现两个峰值; 静栖行为的变化趋势与之相反; 保养行为早晚较少, 中午出现较多; 繁殖行为和社会行为一天中均有发生; 2) 时间分配: 一天之中行为比例最高的是静栖行为 (54.18% ± 2.861%), 其次是移动行为 (34.29% ± 2.379%)、取食行为 (5.51% ± 0.470%)、繁殖行为 (3.68% ± 0.337%) 和保养行为 (1.64% ± 0.287%), 最少的是社会行为 (0.64% ± 0.106%); 3) 笼养绿尾虹雉的 6 种行为在个体间均表现出显著差异 (P 值均小于 0.0001), 而在两性间, 只有取食行为表现出显著差异 ($t = -3.28$, $P = 0.014$), 静栖行为、移动行为和社会行为个体之间无显著差异 ($t = -0.21$, $P = 0.843$; $t = 0.02$, $P = 0.987$; $t = 1.97$, $P = 0.089$), 3 种行为在不同时间段里有显著差异 ($t = -2.56$, $P = 0.011$; $t = 2.69$, $P = 0.008$; $t = 3.48$, $P < 0.001$), 繁殖行为在一天中不同时间段里无显著差异 ($t = 0.6222$, $P = 0.534$), 保养行为在两性间和不同时间段里均无显著差异 ($t(\text{sex}) = -1.65$, $P = 0.142$; $t(\text{time}) = -0.32$, $P = 0.745$)。

关键词: 绿尾虹雉; 繁殖; 行为节律; 时间分配; 蜂桶寨自然保护区

中图分类号: Q959.7; Q958.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2013)04-0521-05

Time Budget and Activity Rhythm of Captive Chinese Monal *Lophophorus lhuysii* in Breeding Season

ZHONG Xue^{1#}, DOU Liang^{1#}, YANG Benqing², DENG Chunguo², MA Hong², LI Guiren², RAN Jianghong^{1*}

(1. College of Life Sciences, Sichuan University, Key Laboratory of Bio-resources and Eco-environment of Ministry Education,

Key Laboratory of Conservation Biology on Endangered Wildlife of Sichuan Province, Chengdu 610064, China;

2. Fengtongzhai National Nature Reserve, Baoxing, Sichuan Province 625700, China)

Abstract: From March to June, the time budget and activity rhythm of captive Chinese monals were studied at Fengtongzhai National Nature Reserve (Baoxing county, Sichuan province, China) in 2006 and 2011. The results showed that: 1) the breeding behavior and social behavior occurred in all day and there were same patterns in the moving behavior and the feeding behavior. The captive Chinese monals usually rest at noon and forage continually at 9:00 or 17:30; 2) The resting behavior was the most (Mean ± SE, 54.18% ± 2.861%), followed by the moving behavior (34.29% ± 2.379%), the feeding behavior (5.51% ± 0.470%), the breeding behavior (3.68% ± 0.337%), and the social behavior (0.64% ± 0.106%), and the maintaining behavior (1.64% ± 0.287%) was the least; 3) Significant difference were observed in behaviors of Baoxing captive Chinese monal population ($P < 0.0001$), between different daily time in the resting behavior, the moving behavior and the social behavior (P value are all < 0.001), and between sex in feeding behavior ($t = -3.28$, $P = 0.014$).

Key words: *Lophophorus lhuysii*; breeding; activity rhythm; time budget; Fengtongzhai National Nature Reserve

绿尾虹雉 *Lophophorus lhuysii* 隶属于鸡形目 Galliformes 雉科 Phasianidae, 属国家 I 级重点保护动物, 我国特有鸟类, 被 CITES 公约列入附录 I, IUCN 将其列为易危物种 (Vulnerable)。以往对绿尾虹雉

野外种群的研究较少, 而且多是一些基础的生态生物学的观察资料 (何芬奇, 卢汰春, 1985; 何芬奇等, 1986; 卢汰春等, 1986; 卢汰春, 1988)。人工笼养绿尾虹雉的历史较短, 已有的研究报道主要包括鸣声

收稿日期: 2013-03-28 接受日期: 2013-04-24

作者简介: 钟雪, 硕士研究生, 研究方向: 动物生态学, E-mail: zhongxue222@yahoo.cn; 窦亮, 科研助理, 研究方向: 行为生态学, E-mail: xiongying6363@163.com # 并列第一作者 The authors contributed equally to this work

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: rjhong-01@163.com

(曾思敏等, 2010)、繁殖期行为(陶玉静, 陈辉, 1999; 杨本清等, 2011, 2012)以及人工繁殖研究(Durrant *et al.*, 1995; 程彩云等, 1996)等。

绿尾虹雉的繁殖期从每年 3 月底 4 月初到 6 月上旬(何芬奇等, 1986), 4 月底至 5 月初产卵(卢汰春等, 1986)。卵的受精率低是人工成功繁殖绿尾虹雉最关键的制约因子(杨本清等, 2012), 也是圈养绿尾虹雉种群数量少的原因之一。要实现绿尾虹雉的迁地保护, 就必须解决其繁殖难问题, 而一项最基础的工作就是要了解其活动规律以及基本的行为特征。鉴于此, 我们于 2006 年、2011 年的 3~6 月, 在四川蜂桶寨国家级自然保护区的笼养场, 对笼养绿尾虹雉的行为进行了连续观察和研究。

1 研究地概况

笼养场位于四川宝兴蜂桶寨国家级自然保护区大水沟管护站(30.57141°N, 102.87795°E, 海拔 1610 m)。饲养笼舍远离居民点, 坐落于河漫滩上, 两面是坡度超过 50°的陡峭山坡或山崖, 植被为原生阔叶林和发育良好的次生阔叶林。笼舍内为半野化条件, 大小为 20 m×4 m。在繁殖季节每舍饲养 2 只个体。每日 8:00~9:00 人工饲喂一次, 并清理笼舍, 其余时间基本没有人类活动的干扰(杨本清等, 2011, 2012)。

2 研究方法

对笼养绿尾虹雉持续观察记录了 75 d, 共观察记录了 9 只个体(4 雄, 5 雌)的日行为, 所有个体均来源于野外, 已适应笼养生活(杨本清等, 2011)。

2.1 行为定义和描述

观察记录时尽量不干扰绿尾虹雉的正常行为活动。为便于统计每种行为的频次和探讨行为日节律, 根据功能将记录的所有行为定义归纳成 6 种(表 1)。

2.2 行为取样

采用瞬时扫描记录法(scan sampling method)记录绿尾虹雉的行为。每天记录时间为 5:30~21:00, 每隔半个小时对所有个体依次扫描一次, 记录人员在笼舍间移动一直保持安静, 避免干扰观察对象。

2.3 统计学分析

为了探讨每类行为的个体间差异和性别间差异, 按行为类型统计了每个个体每个时间段的行为比率(即, 每个个体某时间点的行为发生次数/总观察天数, 单位:%)。

表 1 笼养绿尾虹雉的行为定义和描述
Table 1 Definition and description of captive Chinese monal's behaviors

定义 Definition	描述 Description
静栖行为 Resting behavior	指不移动, 包括卧、站、蹲等行为
移动行为 Moving behavior	包括走动、跑动、走动观望、飞行
社会行为 Social behavior	包括鸣叫、打斗、追逐等
取食行为 Feeding behavior	包括啄食、觅食、喝水等
繁殖行为 Breeding behavior	包括求偶炫耀行为、孵卵行为、交配行为等
保养行为 Maintaining behavior	包括理羽、沙浴、刮嘴、搔头等

2.3.1 日节律与时间分配 将所有个体各种行为的频率按时段求平均值。为了制图的直观性, 将行为数据(比例数据)用平方根的反正弦进行转化, 转换后不影响实际的发生频次。由于在繁殖季节绿尾虹雉一般在 6:00~6:30 下地活动, 晚上 20:00~20:30 离地上夜栖场所(人工搭建的木架、平台), 因此在日行为活动节律分析时, 数据只采用 6:30~20:00 的观察数据。

2.3.2 个体行为差异 采用线性混合模型(LMMs)分析个体和性别间的行为差异。为了满足模型数据项的要求, 对行为频次数据(比例数据)进行了平方根的反正弦转化。该模型被用来检验解释变量(性别和时间)对一个因变量(每种行为的频率)的影响, 同时把个体身份拟合为随机因素控制假重复(Crawley, 2007; Zuur *et al.*, 2009)。一共建立了 6 个模型, 在 R 软件包 nlme 中的 lme 函数建立模型来确定随机因子的效应(Zuur *et al.*, 2009)。为了评估混合效应模型是否比普通线性回归模型更合适, 我们将随机因子排除在外后用 gls 函数再一次拟合模型。然后, 使用 ANOVA 函数或应用似然比来检验比较 AICs 值。

用向后逐步回归方法来建立最优模型: 首先所有解释变量被纳入到一个(最大的)模型, 通过似然比值每次排除一个; 在每一步我们都计算各个模型的 AICc 值, 将拥有最低 AICc 值并且只有一个显著因子的模型作为最优模型(Crawley, 2007)。

模型建立和部分统计学检验在软件 R. 2.13.1 (R Development Core Team, 2011)中进行, 其他常规的统计学检验(*t* 检验和 One-way ANOVA)在 SPSS 17.0 中完成。所有检验均为双尾, 显著性水平为 $\alpha=0.05$ 。数值表示为平均数±标准误(M±SE)。

3 结果

对笼养绿尾虹雉的日行为共持续观察 75 d, 每只个体一天共被扫描 32 次, 整个繁殖季节共收集了有效行为 17 931 次。

3.1 日行为节律

笼养绿尾虹雉的移动行为和取食行为表现出相同的变化规律, 在一天当中均会出现两个峰值(图 1, 图 3): 第一个高峰期发生在早上 7:30 ~ 10:00, 第二个高峰期在傍晚 18:00 ~ 19:30 (即夜栖之前); 静栖行为的变化趋势则与之相反, 从中午 10:00 开始, 绿尾虹雉静栖行为比例升高, 进入活动低谷期。

绿尾虹雉的理羽和沙浴等保养行为表现出“中间高、两头低”的变化趋势(图 1), 即保养行为在早

晚较少出现, 而在中午出现较多。繁殖行为和社会行为从早上 7:00 开始到晚上 20:00 均有发生, 没有表现出强的波动性(图 1)。

3.2 时间分配

笼养绿尾虹雉的 6 种行为在时间分配上存在显著差异(One-way ANOVA, $F = 778.92$, $df = 5$, $P < 0.001$, 图 2)。在白天, 绿尾虹雉将更多的时间用于静栖行为($\text{Mean} \pm \text{SE}$, $54.18\% \pm 2.861\%$, $n = 28$)和移动行为($34.29\% \pm 2.379\%$, $n = 28$), 其次是取食行为($5.51\% \pm 0.470\%$, $n = 28$)和繁殖行为($3.68\% \pm 0.337\%$, $n = 28$), 最少的是保养行为($1.64\% \pm 0.287\%$, $n = 28$)和社会行为($0.64\% \pm 0.106\%$, $n = 28$)。

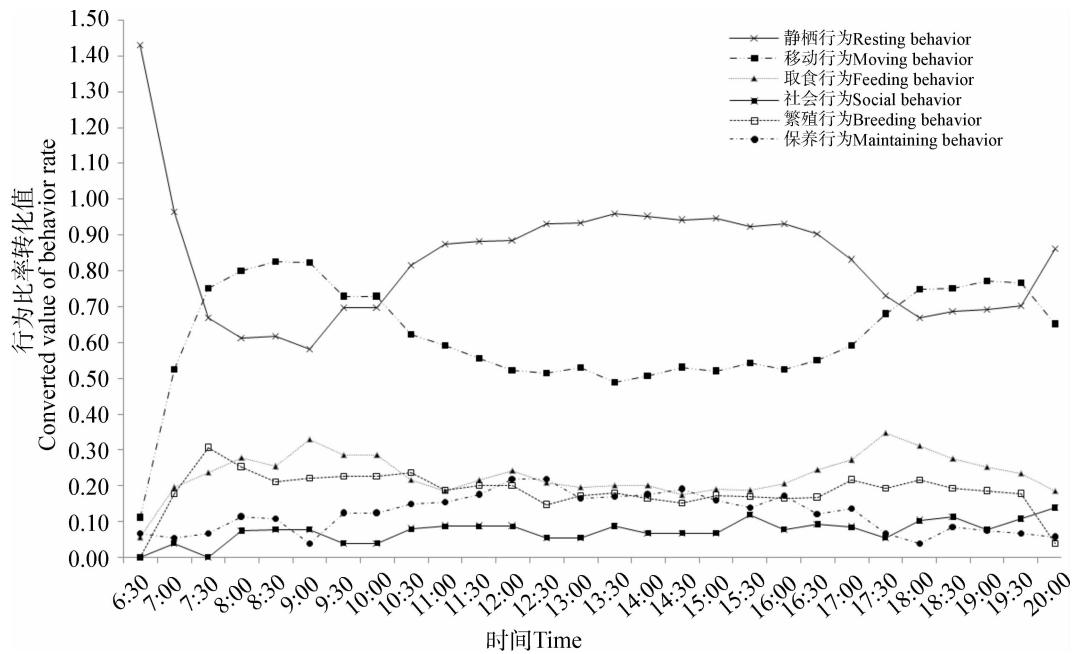


图 1 笼养绿尾虹雉繁殖季节的日行为节律
Fig. 1 Daily rhythm of captive Chinese monal in breeding season

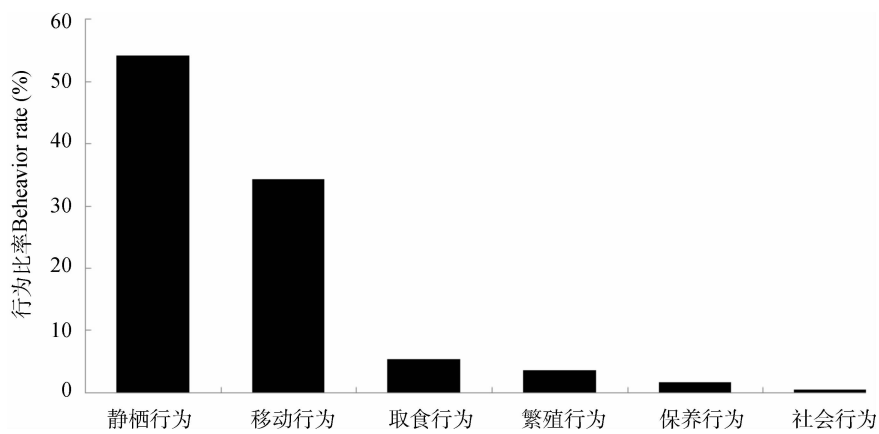


图 2 笼养绿尾虹雉日行为的时间分配
Fig. 2 Activity pattern of captive Chinese monal in breeding season

3.3 行为的个体差异和性别差异

笼养绿尾虹雉的 6 种行为在个体间均表现出显著差异(表 2)。静栖行为、移动行为和社会行为在两性间无显著差异($t = -0.21, P = 0.843; t = 0.02, P = 0.987; t = 1.97, P = 0.089$, 表 3),但这 3 种行为在一天的不同时间段存在显著差异($t = -2.56, P = 0.011; t = 2.69, P = 0.008; t = 3.48, P < 0.001$)。

繁殖行为在一天中不同时间段无显著差异($t = 0.6222, P = 0.534$);保养行为在性别间和不同时间段里均无显著差异($t(\text{sex}) = -1.65, P = 0.142; t(\text{time}) = -0.32, P = 0.745$)。

雌性和雄性个体间在取食行为上表现出显著差异($t = -3.28, P = 0.014$),除了在夜栖前(20:00)

一段时间里雄性个体取食行为多于雌性外,全天时间里雄性的取食行为均少于雌性个体(图 3)。

3 讨论

3.1 日行为节律

对绿尾虹雉的野外活动规律观察结果显示,在清晨和傍晚其活动(移动行为、取食行为)较活跃,10:00 ~ 15:00 活动减少,多表现为静栖活动(卢汰春等,1986;马国瑶,1988)。生活在高海拔的四川雉鹑 *Tetraophasis szechenyii* 也表现出相似的特点(杨楠等,2009)。笼养绿尾虹雉在这 3 种行为上与野生的个体表现出相同的规律。

从研究结果看,绿尾虹雉繁殖行为在一天之中均有发生,各时段间没有显著差异。但野外观察则

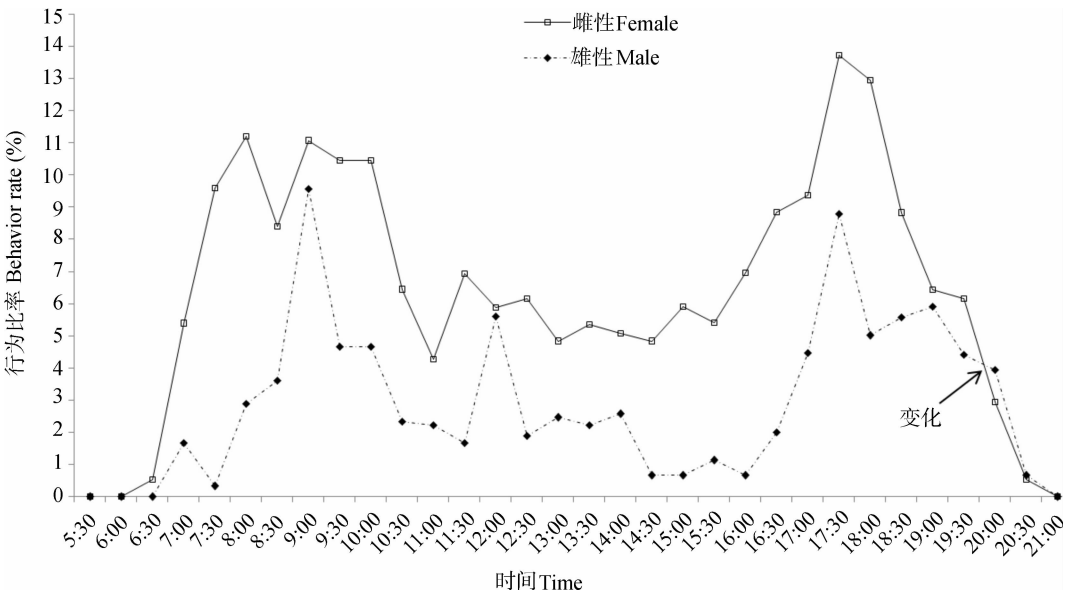


图 3 笼养绿尾虹雉的取食行为
Fig. 3 Daily rhythm of feeding behavior of captive Chinese monal in breeding season

表 2 统计检验结果(个体间行为差异)
Table 2 Statistic results (Individual difference in six kinds of behaviour)

变量 Variable	是否在模型中 In model or not	AIC	BIC	logLik	L ratio	P-value
静栖行为 Resting behavior	否 是	191. 29 146. 01	205. 90 164. 27	- 91. 64 - 68. 00	 47. 28	 <0. 0001
移动行为 Moving behavior	否 是	114. 94 67. 52	129. 55 85. 78	- 53. 47 - 28. 76	 49. 41	 <0. 0001
取食行为 Feeding behavior	否 是	- 368. 36 - 377. 92	- 353. 75 - 359. 65	188. 18 193. 96	 11. 55	 <0. 0001
社会行为 Social behavior	否 是	- 742. 82 - 784. 75	- 728. 21 - 766. 48	375. 41 397. 37	 43. 92	 <0. 0001
繁殖行为 Breeding behavior	否 是	- 208. 38 - 481. 72	- 197. 42 - 467. 09	107. 19 244. 86	 275. 33	 <0. 0001
保养行为 Maintaining behavior	否 是	- 521. 15 - 530. 36	- 506. 54 - 512. 11	264. 57 270. 18	 11. 21	 <0. 0001

表 3 线性混合模型结果
Table 3 Linear mixed-effects model

因变量 Dependent variable	自变量 Independent variable	B	SE	t	P	AIC
静栖行为 Resting behavior	sex	-0.0235	0.1147	-0.2051	0.8434	146.0098
	time	-0.0047	0.0018	-2.5619	0.0109 *	
移动行为 Moving behavior	sex	0.0016	0.1018	0.0166	0.9872	67.52593
	time	0.0042	0.0016	2.6866	0.0077 **	
取食行为 Feeding behavior	sex (male)	-0.092	0.0282	-3.2793	0.0135 *	-377.9213
	time	0.0013	0.0007	1.8520	0.0651	
社会行为 Social behavior	sex	0.0427	0.0217	1.9675	0.0898	-784.7502
	time	0.0013	0.0003	3.4796	0.0006 ***	
繁殖行为 Breeding behavior	sex	-	-	-	-	-481.7221
	time	0.0003	0.0006	0.6222	0.5343	
保养行为 Maintaining behavior	sex	-0.0355	0.0214	-1.6547	0.1419	-530.3683
	time	-0.0002	0.0005	-0.3249	0.7455	

* <0.05 显著, ** <0.01 很显著, *** <0.001 极显著
* <0.05 significant, ** <0.01 very significant, *** <0.001 highly significant

发现是存在差异的,繁殖行为多发生在清晨(卢汰春等, 1986)。从图 1 可以看出在 7:30 有一个小高峰,在 2011 年 3~6 月的观察中也发现在 7:00~9:00 点有一个小高峰。差异不显著的原因是在整个繁殖季节繁殖行为的频率都较低,而且全天都有发生。在笼养条件下繁殖行为不能很好的表达和发育,这可能是导致笼养绿尾虹雉受精率低的原因之一。

3.2 时间分配

笼养绿尾虹雉的 6 种行为在时间分配上表现出与其他笼养鸟类相似的规律。其中静栖行为所占比例最大,最少的是保养行为和社会行为。在笼养条件下,由于没有被捕食压力和食物压力,表现出较多静栖行为,这与笼养条件下的大紫胸鹦鹉(杨晓君, 杨岚, 1998)、白尾梢虹雉(罗旭等, 2002)、勺鸡(周天林, 韩芬茹, 2002)、灰胸竹鸡(韩庆等, 2007)等的研究结果一致。

3.3 行为的个体差异

笼养绿尾虹雉的 6 种行为在个体间均表现出显著差异,这或许反映了宝兴笼养绿尾虹雉的不同个体间表现出不同的习性,即有些个体活泼好动,有些个体偏于安静。这些不同个体表现出的习性的差异可以为今后人工配对或再引入提供基础。比如,我们可以挑选出勇敢而好斗的个体来进行野化训练,让其逐渐适应野外生活,最后顺利回归自然;在人工配对时也考虑习性差异,争取提高配对成功率。

4 参考文献

程彩云, 李金录, 刘凤玲. 1996. 绿尾虹雉迁地保护繁殖研究[J]. 动物学报, 42(增刊): 54~61.
韩庆, 张彬, 夏维福, 等. 2007. 笼养灰胸竹鸡的活动时间分配[J]. 四川动物, 26(1): 148~151.

卢汰春, 刘如算, 何芬奇, 等. 1986. 绿尾虹雉生态学研究[J]. 动物学报, 32(3): 273~279.
卢汰春. 1988. 四川宝兴雉类生态和垂直分布的调查研究[J]. 动物学研究, 9(1): 37~44.
罗旭, 韩联宪, 李甜江, 等. 2002. 笼养白尾梢虹雉的行为活动观察[J]. 动物学研究, 30(6): 64~67.
何芬奇, 卢汰春. 1985. 绿尾虹雉的冬季生态研究[J]. 动物学研究, 6(4): 345~352.
何芬奇, 卢汰春, 芦春雷. 1986. 绿尾虹雉的繁殖生态研究[J]. 生态学报, 6(2): 186~192.
马国瑶. 1988. 甘肃绿尾虹雉的观察初报[J]. 四川动物, 7(2): 41~42.
陶玉静, 陈辉. 1999. 笼养绿尾虹雉的繁殖行为[J]. 野生动物, 6: 12~13.
杨本清, 窦亮, 邓春国, 等. 2011. 四川宝兴笼养绿尾虹雉的繁殖期行为观察[J]. 四川动物, 30(4): 590~592.
杨本清, 窦亮, 马洪, 等. 2012. 笼养绿尾虹雉的繁殖参数的观察与分析[J]. 四川动物, 31(2): 264~268.
杨楠, 徐雨, 冉江洪, 等. 2009. 四川雉鹑繁殖习性初报[J]. 动物学杂志, 44(2): 48~51.
杨晓君, 杨岚. 1998. 笼养大紫胸鹦鹉的活动时间分配[J]. 动物学报, 44(3): 277~285.
曾思敏, 周材权, 杨本清, 等. 2010. 笼养状态下绿尾虹雉的鸣声行为特征[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 31(1): 8~15.
周天林, 韩芬茹. 2002. 笼养勺鸡繁殖季节时间分配和活动节律[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 38(2): 136~140.
Crawley M. 2007. The R book[M]. Chichester, Wiley: 627~660.
Durrant BS, Burch CD, Yamada JK, et al. 1995. Seminal characteristics and artificial insemination of Chinese pheasants, *Tragopan temminckii*, *Lophophorus impeyanus*, and *Lophophorus lhuysii*[J]. Zoo biology, 14(6): 523~531.
R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing[URL]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. <http://www.R-project.org/>.
Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, et al. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R[M]. New York, Springer.