

笼养蓝马鸡取食高度偏好

李菁^{①②} 闫拯^{③#} 刘晓燕^③ 周凯迪^{①②} 冯妍^{①②}
李静^② 张璐^② 吴秀山^{①②} 姜淼^② 张增帅^②
夏雪宜^③ 刘定震^{③*} 刘学锋^{②*}

① 圈养野生动物技术北京市重点实验室 北京 100044; ② 北京动物园管理处 北京 100044;
③ 北京师范大学生命科学学院, 生物多样性与生态工程教育部重点实验室 北京 100875

摘要: 笼养鸟类取食高度对其自然行为表达和动物福利至关重要。然而, 相关研究却少见报道。本文以我国二级重点保护野生动物——蓝马鸡 (*Crossoptilon auritum*) 为研究对象, 观察笼养状态下其对不同高度取食槽内放置的种子或蔬菜的取食次序, 并使用回归分析建立取食高度与偏好值的数学模型。结果发现, 笼养蓝马鸡取食种子类食物 (玉米粒) 最佳取食高度为 0 cm, 并且采食偏好随采食槽高度升高而下降 ($y = -0.564x + 43.146, R^2 = 0.946$, y 为采食偏好值, x 为采食槽高度); 油麦菜 (*Lactuca sativa*) 的最适取食高度范围为 15 ~ 25 cm, 随着取食槽高度的升高, 偏好值先上升, 至 25 cm 处后下降 ($y = -0.014x^2 + 0.543x + 26.487, R^2 = 0.952$, y 为采食偏好值, x 为采食槽高度)。当取食槽高度在 65 cm 及以上时, 蓝马鸡拒食率上升 (拒食率 $\geq 38.9\%$)。成年蓝马鸡体高对取食高度影响不明显。研究结果可为笼养蓝马鸡饲养管理提供参考。

关键词: 蓝马鸡; 取食; 时间分配; 环境丰容; 人工养殖

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2023) 01-069-08

Optimal Feeding Height and Feeding Preferences in Captive *Crossoptilon auritum*

LI Jing^{①②} YAN Zheng^{③#} LIU Xiao-Yan^③ ZHOU Kai-Di^{①②} FENG Yan^{①②} LI Jing^②
ZHANG Lu^② WU Xiu-Shan^{①②} JIANG Miao^② ZHANG Zeng-Shuai^②
XIA Xue-Yi^③ LIU Ding-Zhen^{③*} LIU Xue-Feng^{②*}

① Beijing Key Laboratory of Captive Wildlife Technologies, Beijing 100044; ② Beijing Zoo Administration, Beijing 100044;
③ Ministry of Education, Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering, College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: [Objectives] Feeding height is crucial for the expression of natural behavior and animal welfare of

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2017YFD0301704, 2016YFD0300307) 和公益性行业科研专项 (No. 20150312705);

* 通讯作者, E-mail: dzliu@bnu.edu.cn, lxf9722@163.com;

第一作者介绍 李菁, 女, 农学学士; 研究方向: 野生鸟类饲养研究; E-mail: liz_lijing@163.com;

共同第一作者 闫拯, 男, 博士; 研究方向: 生态学; E-mail: 112531373@qq.com。

收稿日期: 2022-04-02, 修回日期: 2022-08-17 DOI: 10.13859/j.cjz.202301006

captive birds. However, literatures about this issue are unavailable so far. This study is to explore the optimal feeding height of caged Blue-eared Pheasant (*Crossoptilon auritum*), which is a class II national protected animal species in China, to provide a reference for feeding and to improve the quality of feeding management and welfare. **[Methods]** We designed and made a feeding trough with 14 different heights, ranging from 0 cm to 70 cm (Fig. 1). Then we used this feeding trough to observe the feeding sequence of the *C. auritum* on either seed or vegetable in each box at different heights at Beijing Zoo. According to the feeding order of *C. auritum* to the trough of fourteen heights, the feeding behavior of different heights was assigned with a value. The first feeding height was assigned with a value of 14, which decreased successively, and the height without feeding was assigned with a value of 0. The experiment was repeated three times. R software was used to analyze the preference value data. Regression analysis of feeding preference values versus feeding height was performed using OriginPro 2021. The *t*-test method was used to analyze the feeding habits of *C. auritum* with different body heights. **[Results]** The results showed that captive Blue-eared Pheasant had different preferences for the height of the trough when feeding on seed food (corn kernels) and leaf-used lettuce (*Lactuca sativa*). The preferred feeding height of seed food was 0 cm, and the preferred height range of leaf-used lettuce was 15 - 25 cm (Fig. 2). We found that the feeding rejection rate increased when the feeding trough height was 65 cm and above (feeding rejection rate $\geq 38.9\%$, Fig. 2). The preference value of Blue-eared Pheasant decreased with feeding trough height when they feed on corn kernels (regression analysis: $y = -0.564x + 43.146$, $R^2 = 0.946$, y represents preference value, and x represents feeding trough height), and the preferred height when they feed on leaf-used lettuce increased from 0 cm to 25cm first, and then decreased (regression analysis: $y = -0.014x^2 + 0.543x + 26.487$, $R^2 = 0.952$, y represents preference value, and x represents feeding trough height, Fig. 3). In addition, body height of adult Blue-eared Pheasant showed no significant effect on feeding height preferences (*t*-test, Fig. 4 and 5). **[Conclusion]** Our study showed that captive Blue-eared Pheasants preferred different trough heights in feeding different food types, and show different patterns of height change with different food types. The results were correlated with feeding behavior of wild Blue-eared Pheasant, which provide a reference for the breeding of captive Blue-eared Pheasant.

Key words: *Crossoptilon auritum*; Feeding; Time budget; Environmental enrichment; Artificial propagation

圈养动物因失去对环境选择的主动权, 仅被动适应生存环境, 其固有行为模式难以表达, 产生很多野生状态下不常见的行为。长期在此状态下生长将使其体内各系统异常, 引发狂躁和刻板等应激行为 (吴海丽等 2015)。此外, 圈舍环境狭小、强光刺激等使鸟类出现攻击同类和自我伤害等异常行为。鸟类觅食过程十分警惕周围环境变化, 人工饲喂时受到外界刺激将产生扑飞乱撞行为, 导致撞伤甚至死亡 (王燕芳 2020)。为提升动物福利条件, 目前各动物园和饲养单位尽力模拟野外生存环境, 但绝大多数动物属于异地饲养, 自然环境和气候条

件与原始野外生存条件截然不同, 因此产生众多干扰圈养动物生活的因素 (吴逸群等 2010, 井霞 2021)。

丰容指通过长期建设和不断改善圈养动物生存条件, 提供更多行为发育机会, 提升动物表现正常行为的频率, 进而改善动物福利, 提高健康水平 (Gover et al. 2019)。食物丰容则是提高食物饲喂方式多样性, 以及供给食物种类多样性 (刘文荣等 2021)。有研究表明, 取食槽高度将直接影响雉类动物的觅食行为和食物转化效果, 在笼养情况下取食槽的高度显著影响白来航鸡平均产蛋量和饲料转化率 (Nakaue

et al. 1984)。设置合理饲料槽高度能够改善伊莎褐蛋鸡羽毛状况和觅食行为，减少羽毛损伤 (Freire et al. 1999)。因此，取食槽高度的设置对笼养雉类的生存和福利具有重要影响。

马鸡属 (*Crossoptilon*) 鸟类为我国所特有，属鸡形目 (Galliformes) 雉科 (Phasianidae)，包括蓝马鸡 (*C. auritum*)、褐马鸡 (*C. mantchuricum*)、白马鸡 (*C. crossoptilon*) 和藏马鸡 (*C. harmani*) (郑光美 2017)。蓝马鸡属植食性物种，喜食植物嫩茎和叶等，此类食物占食物组成 90% 以上，食物匮乏时采食鳞翅目幼虫、步甲科等小型昆虫，常栖息在桦木 (*Betula* sp.) 林和云杉 (*Picea asperata*) 林等森林覆盖率高的灌丛和草甸中 (郑生武等 1983, 李桂垣 1988, Wu et al. 2011)。动物园饲养的蓝马鸡多处于鸟笼中，设有饲料槽、饮水池和沙坑等 (许春玲等 2021)。笼养成年蓝马鸡食物以植物性饲料为主，动物性饲料为辅 (冯雪 2010)。相较野外环境，笼养蓝马鸡生存空间受限，生活环境相对单调，食物和生存空间等条件相对稳定，缺乏天敌和气味等条件刺激，环境可操作性相对较弱，使蓝马鸡表现出焦躁不安、不停踱步等刻板性行为 (卢汝学等 1993, 孙悦华等 2005, 刘冰许等 2006, 吴志勇等 2016)。目前，多地饲养单位对笼养蓝马鸡进行了环境和食物丰容研究 (许春玲等 2021, 徐晓娟等 2021)，然而，有关笼养蓝马鸡取食高度偏好的研究少见报道。本研究希望通过探究笼养状态蓝马鸡的最适取食高度，为笼养动物的饲料投喂及食物丰容提供参考，以期提升蓝马鸡的饲养管理质量，并改善其福利水平。

1 材料与方法

1.1 研究对象

实验时间为 2021 年 6 月 15 日至 2021 年 12 月 10 日，每日 9 时至 10 时。实验动物为北京动物园的 6 只笼养蓝马鸡，体高分别为 36、38、39、39、39、41 cm，其中，5 雄 1 雌，5

只雄性年龄分别为 1 年、3 年 (3 只) 和 5 年，1 只雌性年龄为 4 年。所有实验动物处于非发情期，且无药剂使用和异常行为发生。

1.2 取食槽设计和取食行为观察

实验前一周，将取食槽器材放入蓝马鸡圈舍内。实验开始后，对 6 只蓝马鸡分别饲喂玉米粒和油麦菜 (*Lactuca sativa*) 两种食物，其中玉米粒取新鲜玉米中段位置，保留胚芽部分，油麦菜取植物中部有叶和茎的部分，切成 2 cm 左右的菜段。取食槽设置 14 个不同高度，分别为 0、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70 cm，每个高度均有直径 2 cm 孔洞作为食槽。在 14 个不同高度取食槽同时放置好食物后，将蓝马鸡引至采食槽前进行采食高度偏好实验 (图 1)，蓝马鸡可自由选择取食食物。根据蓝马鸡对 14 个不同高度取食槽的采食顺序，对不同高度的取食行为“偏好值”进行赋值，最先取食处赋值为 14，其次取食处赋值为 13，依次递减，未取食高度处赋值为 0。每只蓝马鸡对同一食物进行 3 次重复采食实验。采食过程无人员干扰，实验地点及使用的器材相同。



图 1 蓝马鸡取食偏好实验现场图

Fig. 1 Field plot of feeding preference test of *Crossoptilon auritum*

带有刻度的木桩中小孔为采食槽，所有取食槽装满食物后进行实验。

The hole in the log with the scale was the feeding trough, and the experiment was carried out after all feeding troughs were filled with food.

1.3 数据处理

采用 R 语言软件 (4.1.1 版本) 中的 RColorBrewer、ggpubr、ggplot2、cowplot 程序包对数据进行统计分析及绘图。使用 OriginPro 2021 对蓝马鸡取食偏好值与取食高度进行回归分析及模型绘制。不同体高的蓝马鸡取食习惯分析, 使用 t 检验方法将 14 个饲喂槽高度分别进行比较。

2 结果

2.1 笼养蓝马鸡对取食槽高度的偏好

笼养蓝马鸡在采食玉米粒和油麦菜时表现出对取食高度的不同偏好。采食玉米粒时最先取食地面处食物 (0 cm), 然后依次采食更高处食物 (图 2a)。饲喂油麦菜时, 最先取食距离地面 25 cm 处食物, 次优选择 15 cm 处, 在两个高度以外取食偏好下降 (图 2b)。两种食物的采食过程中, 均最后选择最高处的 70 cm 采食点 (图 2)。笼养蓝马鸡采食玉米粒时共出现 25 个未取食的 0 值, 65 cm 和 70 cm 采食槽高度处共出现 22 次, 其中 65 cm 处 7 次, 拒食率为 38.9%, 70 cm 处 15 次, 拒食率为 83.3%。采食油麦菜时共出现 21 次未取食情况, 65 cm

处和 70 cm 处出现 18 次, 其中 65 cm 处 7 次, 拒食率为 39.9%, 70 cm 处 11 次, 拒食率为 61.1% (图 2)。

将蓝马鸡对玉米粒和油麦菜两种食物取食高度的偏好值取中值后进行线性拟合。随采食槽高度升高, 蓝马鸡对玉米粒的取食偏好下降, 拟合一次曲线斜率为 -0.564 , R^2 为 0.946, 因此采食高度越低越适宜蓝马鸡取食。当蓝马鸡采食油麦菜时, 偏好值与采食高度呈先上升后下降的趋势, R^2 为 0.952 (图 3), 偏好程度从 0 cm 开始至 15 cm 处出现第二高点, 至 25 cm 处出现第一高点, 随后开始下降, 因此采食高度设置为 15 ~ 25 cm 较为适宜。

2.2 成年蓝马鸡体高对取食高度偏好的影响

本研究中蓝马鸡的体高分别为 36、38、39、41 cm, 为探求成年蓝马鸡自身体高对取食槽高度偏好的影响, 在不同取食槽高度 (0 ~ 70 cm) 分别进行统计分析。当蓝马鸡采食玉米粒时, 在取食槽高度为 0 cm 和 65 cm 处体高产生显著性影响 (图 4)。体高最高的 41 cm 蓝马鸡全部优先采食 0 cm 处的玉米粒, 且显著高于 39 cm 体高的蓝马鸡 ($P < 0.05$, $t = -2.6186$, $df = 8$)。取食槽高度为 65 cm 处, 体高 38 cm 的蓝马鸡

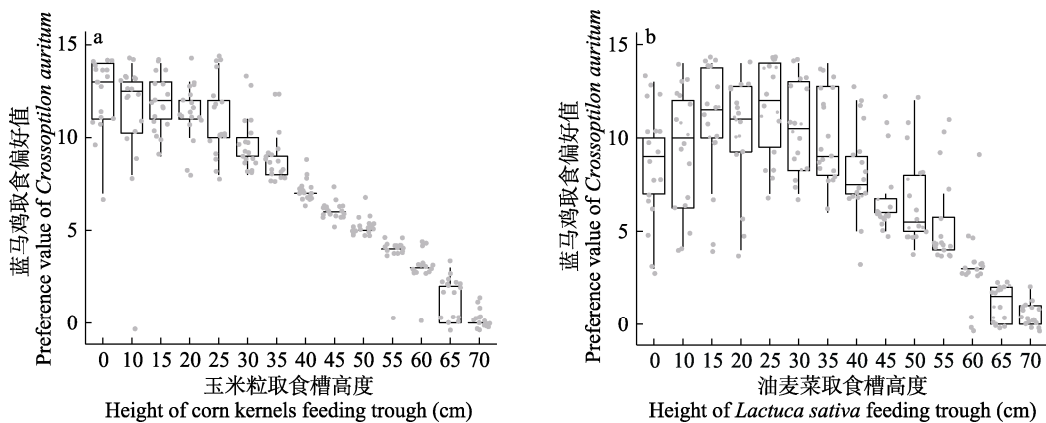


图 2 蓝马鸡对玉米粒 (a) 和油麦菜 (b) 取食槽高度的偏好

Fig. 2 *Crossoptilon auritum*'s preference for the height of corn kernels (a) and *Lactuca sativa* (b) feeding trough

箱型图竖线分别代表上边缘和下边缘, 箱子上下边缘分别代表上四分位数和下四分位数, 中间粗线表示中位数。

The vertical lines in the box diagram respectively represent the upper and lower edges, the upper and lower edges of the box respectively represent the upper and lower quartiles, and the middle thick line represents the median.

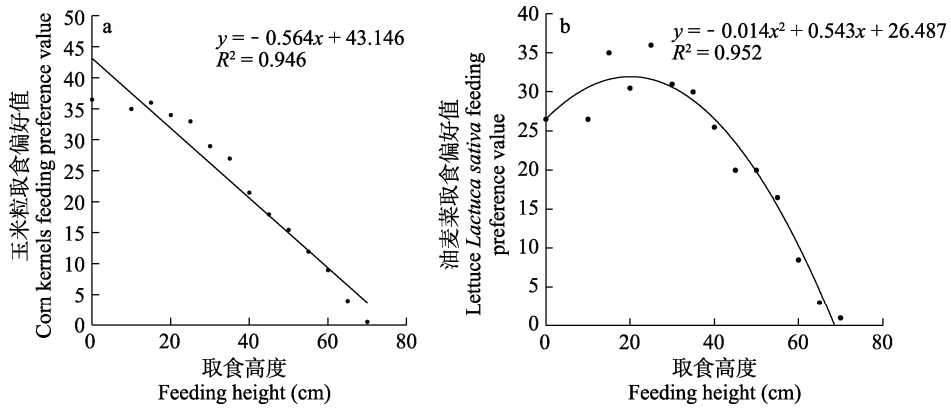


图 3 蓝马鸡随不同取食槽高度偏好的趋势变化

Fig. 3 The tendency of height preference of *Crossoptilon auritum* with different feeding trough

a. 玉米粒; b. 油麦菜

a. Corn kernels; b. *Lactuca sativa*

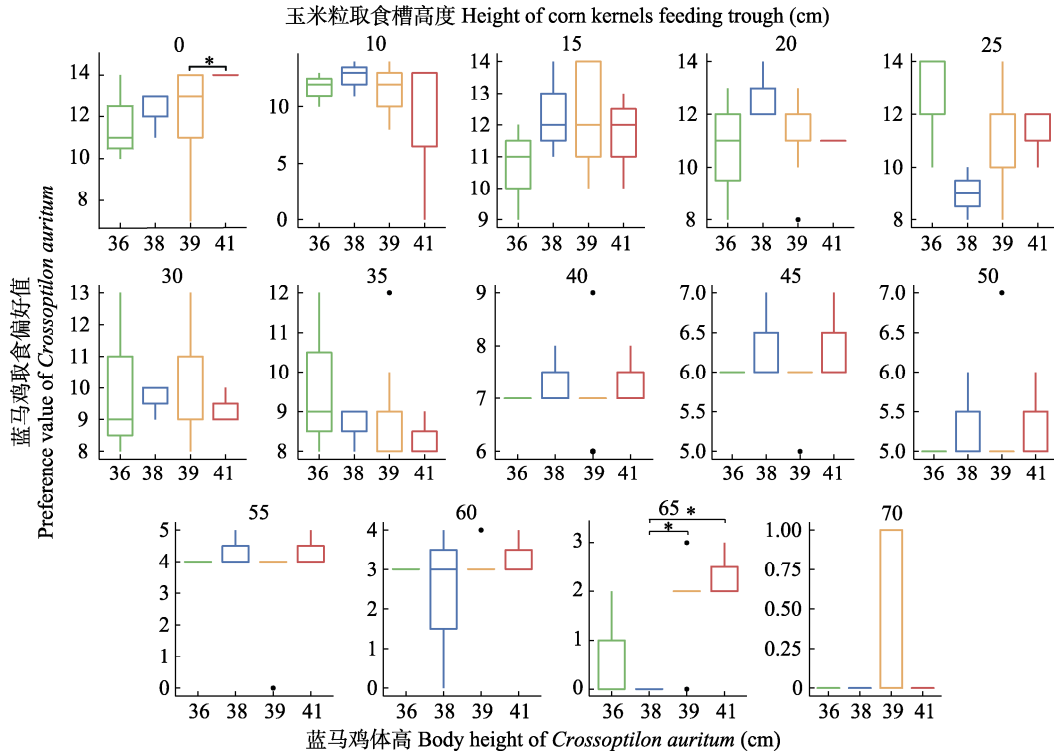


图 4 玉米粒取食偏好和体高的关系箱型图

Fig. 4 Box plot of relationship between feeding preference of corn kernels and body height

箱型图竖线分别代表上边缘和下边缘，箱子上下边缘分别代表上四分位数和下四分位数，中间粗线表示中位数，黑色原点表示异常值；显著性统计使用 *t* 检验，* $P < 0.05$ 。

The vertical lines in the box diagram respectively represent the upper and lower edges, the upper and lower edges of the box respectively represent the upper and lower quartiles, the thick line in the middle represents the median, and the black origin represents the outlier. *t*-test was used for significance statistics, * $P < 0.05$.

取食偏好显著低于体高 39 cm ($P < 0.01$, $t = -5.000$, $df = 8$) 和 41 cm 个体 ($P < 0.05$, $t = -7.000$, $df = 2$)。蓝马鸡采食油麦菜时, 25 cm 处取食槽体高为 38 cm 的蓝马鸡的取食偏好显著低于体高 39 cm ($P < 0.05$, $t = -2.917$, $df = 5$)、41 cm 个体 ($P < 0.05$, $t = -3.015$, $df = 4$) (图 5)。在 70 cm 处取食槽, 36 cm 体高蓝马鸡的取食偏好显著高于体高 39 cm 个体 ($P < 0.001$, $t = 8.000$, $df = 8$)。除以上高度外, 蓝马鸡的体高对取食槽高度偏好无显著影响。

3 讨论

本研究进行笼养蓝马鸡取食高度偏好研究, 发现蓝马鸡最佳取食高度为 0~25 cm, 这

与该物种的食物结构和取食行为有关。野生蓝马鸡主要通过使用坚硬的喙在林中和灌丛中边走边掘地啄食, 取食地留有掘过的印迹, 冬季会出现雪中觅食行为 (胡天华等 2012, 庞博 2016, 皇甫冰 2020)。蓝马鸡选择性地采食植物部位, 喜食嫩茎和叶, 其次采食花蕾、花瓣以及块根。在 4、5 月份主要采食嫩枝叶和芽孢, 6、7 月开始增加花蕾和花的采食比例, 并捕食少量昆虫, 8~10 月采食种子和昆虫, 并逐渐采食部分枝叶。秋、冬季节以掉落的枯叶、种子和块根为主要食物 (庞博 2016)。另外, 野生蓝马鸡会取食少量细小石子以起到磨碎果实帮助消化的功能 (皇甫冰 2020), 这与玉米粒的实验最佳高度 (0 cm) 一致。本研究未将地

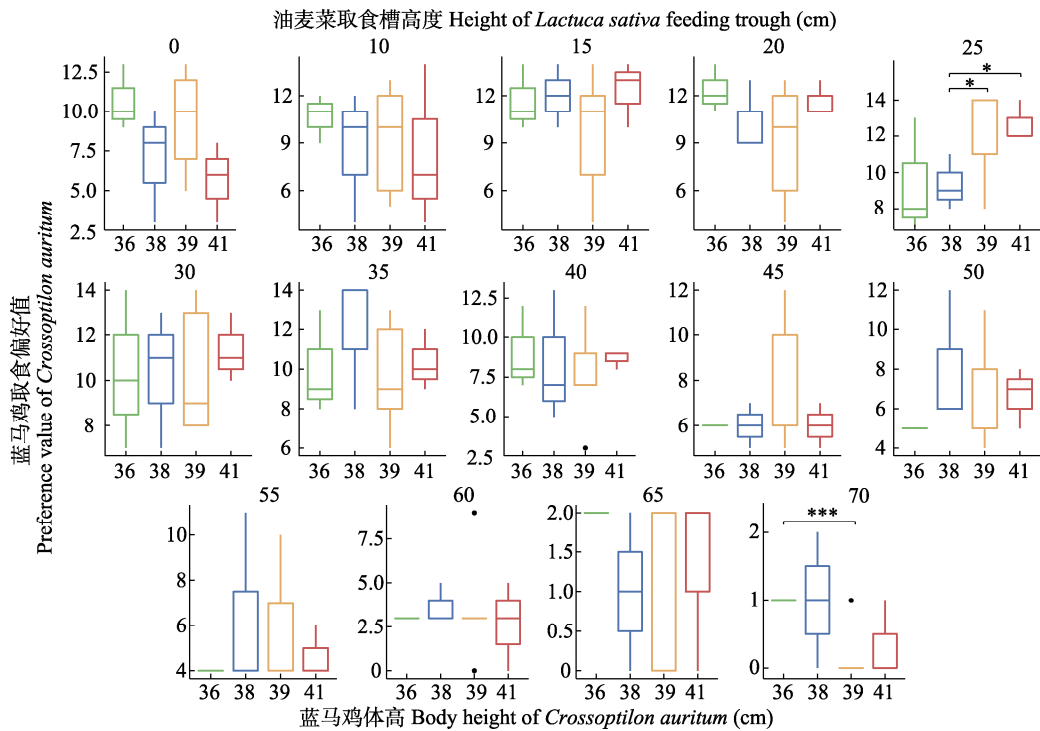


图 5 油麦菜取食偏好和体高的关系箱型图

Fig. 5 Box plot of relationship between feeding preference of *Lactuca sativa* and body height

箱型图竖线分别代表上边缘和下边缘, 箱子上下边缘分别代表上四分位数和下四分位数, 中间粗线表示中位数, 黑色原点表示异常值; 显著性统计使用 t 检验, * $P < 0.05$, *** $P < 0.001$ 。

The vertical lines in the box diagram respectively represent the upper and lower edges, the upper and lower edges of the box respectively represent the upper and lower quartiles, the thick line in the middle represents the median, and the black origin represents the outlier. t -test was used for significance statistics, * $P < 0.05$, *** $P < 0.001$.

面以下的采食偏好列入, 需进一步对块茎食物开展研究。

在研究中发现, 取食槽高度在 65 cm 及以上时, 蓝马鸡拒食率明显升高, 在 70 cm 处拒食率高于 50%。虽然从总体看, 蓝马鸡的体高对取食槽高度偏好无显著影响, 但体高仍然是制约蓝马鸡取食高度的重要因素。野生蓝马鸡能够从树的低枝逐渐向高处跳, 直至接近树的顶端, 采用这种方式弥补不善于长距离飞翔和体高的弱势, 以采食树上嫩叶和芽孢(刘振生等 2005, 李志刚等 2009, Wu et al. 2013, 杨楠等 2020)。因此在设置笼养蓝马鸡取食设施时, 高度不宜超过 60 cm 或提供跳跃平台。

在笼养条件下, 蓝马鸡的主要食物有谷物、果蔬等, 包括玉米、谷子、油麦菜、圆白菜、颗粒料, 并会适量提供鸡蛋、窝头等精饲料(常崇艳等 2001, 张丽霞等 2021)。根据本文研究结果, 投喂饲料时应根据食物种类设置不同采食槽高度, 提供给蓝马鸡更多的高度选择, 恢复和展示野外正常的觅食行为, 减少异常行为的发生几率。

取食槽高度的设定除在雉类动物十分重要, 在其他动物, 如马(Luz et al. 2015, 2019)等也被关注, 合理的取食槽高度和比例设置能够减少个体格斗行为, 提高其福利水平。因此, 圈养单位可考虑对动物取食槽高度进行优化设置, 以提高动物生存质量并提升动物福利。

参 考 文 献

- Freire R, Walker A, Nicol C J. 1999. The relationship between trough height, feather cover and behaviour of laying hens in modified cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 63(1): 55–64.
- Gover H C, Fahmie T A, Mckeown C A. 2019. A review of environmental enrichment as treatment for problem behavior maintained by automatic reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 52(1): 299–314.
- Luz M P P, Maia C M, Pantoja J C E, et al. 2015. Feeding time and agonistic behavior in horses: influence of distance, proportion, and height of troughs. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35(10): 843–848.
- Luz M P F, Maia C M, Arruda L A S, et al. 2019. Preference for heights of feeding troughs in mares: a pilot study. *Animal Welfare*, 28(2): 205–214.
- Nakaue H S, Goeger M P, Arscott G H. 1984. Effect of feed trough heights and perches on the performance of dwarf single comb White Leghorn layers housed in cages. *Poultry Science*, 63(3): 447–449.
- Wu Y Q, Liu N F. 2011. Nest-site Characteristics of the Blue-eared Pheasant in Northwest China. *Pakistan Journal of Zoology*, 43(3): 563–567.
- Wu Y Q, Xu X, Liu N F, et al. 2013. Seasonal changes in habitat use of Blue-eared Pheasant, *Crossoptilon auritum*. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(6): 1699–1704.
- 常崇艳, 张正旺, 李维超, 等. 2001. 马鸡属鸟类卵壳元素成分研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 37(3): 384–386.
- 冯雪. 2010. 养殖新宠——蓝马鸡. *特种经济动植物*, 13(3): 13–14.
- 胡天华, 王继飞. 2012. 宁夏贺兰山国家级自然保护区蓝马鸡的分布范围及种群数量. *四川动物*, 31(6): 976–979, 982.
- 皇甫冰. 2020. 蓝马鸡行为研究进展. *饲料博览*, 33(4): 35–38.
- 井霞. 2021. 圈养野生动物的应激反应及应对措施. *今日畜牧兽医*, 37(10): 38–39, 42.
- 李桂垣. 1988. 我国的特产雉类——蓝马鸡. *动物学杂志*, 23(2): 38–40.
- 李志刚, 胡天华, 翟昊. 2009. 贺兰山蓝马鸡春夏季对栖息地的选择. *野生动物*, 30(6): 310–313, 344.
- 刘冰许, 徐新杰, 高艳红. 2006. 圈养野生动物的行为观察与分析. *江西畜牧兽医杂志*, 25(3): 41–42.
- 刘文荣, 刘美艳, 宋伟斌, 等. 2021. 丰容与行为训练在圈养野生动物管理中的作用和意义. *现代农业科技*, 50(18): 204–207.
- 刘振生, 曹丽荣, 李志刚, 等. 2005. 贺兰山蓝马鸡越冬期栖息地的选择. *动物学杂志*, 40(2): 38–43.
- 卢汝学, 祁凤仙. 1993. 蓝马鸡啄羽的因素及防治对策. *野生动物*, 73(3): 22–23.
- 庞博. 2016. 贺兰山蓝马鸡繁殖期觅食地和巢址的微生物选择与利用. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文, 28–38.
- 孙悦华, 贾陈喜, 方昀, 等. 2005. 甘肃莲花山蓝马鸡孵卵节律的初步研究. *动物学杂志*, 40(4): 29–33.
- 王燕芳. 2020. 环境丰容对圈养野生动物健康的影响. *今日畜牧兽*

- 医, 36(1): 77.
- 吴海丽, 沙炳福, 朱建青, 等. 2015. 通过环境丰容提高圈养野生动物福利. *野生动物学报*, 36(4): 463–467.
- 吴逸群, 刘迺发. 2010. 甘南则岔林区蓝马鸡冬季昼间行为观察. *动物学杂志*, 45(3): 67–71.
- 吴志勇, 刘道强, 王晓虹. 2016. 丰容对圈养野生动物刻板行为的影响. *江西畜牧兽医杂志*, 35(1): 48–49.
- 许春玲, 刘冰许, 米晓艳, 等. 2021. 蓝马鸡全人工育幼的研究. *养殖与饲料*, 20(7): 17–19.
- 徐晓娟, 卜海侠, 赵玲玲, 等. 2021. 圈养川金丝猴与蓝马鸡的混养尝试. *特种经济动植物*, 24(2): 16–19.
- 杨楠, 马东源, 钟雪, 等. 2020. 基于MaxEnt模型的四川王朗国家级自然保护区蓝马鸡栖息地适宜性评价. *生态学报*, 40(19): 7064–7072.
- 张丽霞, 孙冬婷, 胡昕, 等. 2021. 中国圈养褐马鸡种群和饲养管理现状调查. *野生动物学报*, 42(4): 1123–1130.
- 郑光美. 2017. 中国鸟类分类与分布名录. 3版. 北京: 科学出版社, 1–20.
- 郑生武, 廖炎发. 1983. 蓝马鸡的栖息地、活动、食性与繁殖研究. *动物学报*, 29(1): 71–85.