

云南大中山黑颈长尾雉冬季植物性食物显微分析

李 宁, 周 伟, 杨雁瑛, 张 庆, 刘 钊

(西南林学院 保护生物学学院 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要: 为了确定冬季黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae* 越冬取食对策, 2007年12月, 在大中山采集20堆46粒黑颈长尾雉粪便和38科92种对照植物样本, 采用粪便显微分析法研究冬季黑颈长尾雉的植物性食物, 并探讨其采食对策。结果表明, 冬季黑颈长尾雉食谱主要由12科18种植物组成。按相对频率值将黑颈长尾雉的植物性食物分为3类。第1类为主要食物, 有顶果蹄盖蕨 *Athyrium guangnanense* 和大叶假冷蕨 *Pseudocystopteris spinulosa* 等2种, 占采食食物总量的31.5%; 第2类是常见食物, 包括朱砂根 *Ardisia crenata*, 鱼鳞蕨 *Acrophorus stipellatus*, 高山栲 *Castanopsis delawayi*, 虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii*, 华南毛柃 *Eurya ciliata*, 木锥花 *Gomphostemma microdon*, 鞭打绣球 *Hemiphragma heterophyllum*, 木果石栎 *Lithocarpus xylocarpus*, 银叶杜茎山 *Maesa argentea*, 长梗崖豆藤 *Millettia longipedunculata*, 锥连栎 *Quercus franchetii*, 菝葜 *Smilax china*, 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 和乌饭树 *Vaccinium bracteatum* 等14种, 占采食食物总量的52.7%; 第3类食物是偶尔采食食物, 有细齿叶柃 *Eurya nitida* 和绒毛山胡椒 *Lindera nacusua* 等2种, 占1.2%。分析发现, 影响黑颈长尾雉食谱的主要因素是植被种类组成和垂直结构特征。在取食斑块中, 选择质量高的食物是冬季黑颈长尾雉的主要采食对策; 采食所有适于取食的食物则是冬季黑颈长尾雉的辅助对策。表1参19

关键词: 动物学; 黑颈长尾雉; 显微分析法; 植物性食物

中图分类号: Q958.12 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2009)03-0363-05

Microscopic analysis on winter plant food of *Syrmaticus humiae* (Hume's pheasant) in Dazhongshan, Yunnan

LI Ning, ZHOU Wei, YANG Yan-ying, ZHANG Qing, LIU Zhao

(Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: In order to explore the foraging strategy of *Syrmaticus humiae* (Hume's pheasant) in winter, 46 grains in 20 piles of fecal matter from *S. humiae* and 92 plant species from 38 families was collected from Dazhongshan during December 2007. By using a micro-fecal analysis, the diet composition of *S. humiae* was found. Results showed that the diet composition of *S. humiae* in winter contained 18 plant species from 12 families that could be divided into 3 groups according to relative density of amount food. The first group was the main foods, about eaten 31.5% in total, which consisted of *Athyrium guangnanense* and *Pseudocystopteris spinulosa*. In the second group were 14 plants, eaten 52.7%, that were common in its diet including *Ardisia crenata*, *Acrophorus stipellatus*, *Castanopsis delawayi*, *Daphniphyllum oldhamii*, *Eurya ciliata*, *Gomphostemma microdon*, *Hemiphragma heterophyllum*, *Lithocarpus xylocarpus*, *Maesa argentea*, *Millettia longipedunculata*, *Quercus franchetii*, *Smilax china*, *Ternstroemia gymnanthera*, and *Vaccinium bracteatum*. The third group had two species that were occasionally eaten 1.2%, namely *Eurya nitida* and *Lindera nacusua*. Overall, the main factors affecting diet composition were species composition and vertical structure of vegetation. For feeding strategies of *S. humiae*, selecting high quality food was the

收稿日期: 2008-07-25; 修回日期: 2008-10-20

作者简介: 李宁, 从事鸟类生态学研究。E-mail: lining196@126.com。通信作者: 周伟, 教授, 博士生导师, 从事生物多样性保护、野生动物保护和管理研究。E-mail: weizhou@public.km.yn.cn

most important strategy, and followed by eating suitable plants from foraging patches. [Ch, 1 tab. 19 ref.]

Key words: zoology; *Syrmaticus humiae*; microscopic analysis; plant food

黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae* 属国家一级重点保护动物, 世界自然联盟将其列入近危种^[1]。在国内, 黑颈长尾雉主要分布于云南和广西; 在国外, 主要分布于缅甸北部、泰国北部及印度的阿萨姆邦^[2]。近年对黑颈长尾雉生态学研究主要集中在生境选择、雉类同域分布种取食地利用比较、笼养下育种和再引入种群繁殖行为等^[3-6], 而上述研究很少涉及野生状态下的食性。由于冬季环境恶劣, 食物相对匮乏, 对任一物种均是严峻的生存考验。因此, 研究冬季黑颈长尾雉植物性食物显得尤为重要。粪便显微分析法是一种使用显微组织学技术, 分析动物的粪便, 以确定食物组成的方法。由于易于取样和对动物干扰小, 故成为目前研究动物食性的主要方法^[7]。但该法仍存在误差, 主要包括抽样误差, 还有不同的样本处理方法、镜检方法和结果表示等对估计结果产生的误差。Monro^[8]认为, 将粪样混合均匀, 易得典型的分析样本, 从而避免抽样误差。Holechek 等^[9]认为, 在频率转换法中应用相对频率分析, 结果更为准确。因此, 采用恰当的粪样处理方法和数据处理方法能使得食性研究的结果更可信。笔者用粪便显微分析法确定越冬期黑颈长尾雉植物性食物, 旨在探讨物种面对恶劣环境所采用的生态对策; 而植物性食物的确定, 亦能为饲养该珍稀濒危动物提供营养配方, 为物种保护提供基础资料。

1 研究地概况

大中山位于云南省楚雄州南华县西部 24°43'32" ~ 25°01'10"N, 100°44'28" ~ 100°57'42"E, 现为哀牢山国家级自然保护区的一个片区。该区域 1 500 m 以下为河谷稀树灌丛及云南松 *Pinus yunnanensis* 林, 1 500 ~ 2 400 m 为半湿润常绿阔叶林及落叶阔叶林, 2 400 m 以上为中山常绿阔叶林及华山松 *Pinus armandii* 林。保护区属中国西部暖温带季风气候类型。光照不足, 年日照百分率仅 23%, 保护区长冬无夏, 最冷月均温 5.0 °C。年相对湿度在 86% 左右^[10]。中山湿性常绿阔叶林是黑颈长尾雉典型的活动区^[4]。

2 研究方法

2.1 粪样和参照植物采集

2007 年 12 月, 在大中山采集粪样和参照植物。在黑颈长尾雉活动区内随机设置 3 条样线, 以保证样线穿过不同的植被类型。选择天气晴朗的日子行走样线, 收集黑颈长尾雉的粪便, 其形状为黑色锥状螺旋体, 粗大一端附有白色尿酸结晶^[4]。发现黑颈长尾雉粪便后, 择新鲜粪便作为样本。行走样线同时寻找黑颈长尾雉取食痕迹, 其取食坑狭长, 坑深 4 ~ 6 cm^[4], 发现取食痕迹后, 在半径 5 m 的圆形范围内设置 1 m × 1 m 的植物样方 4 个, 记录样方内植物种类。将样方中出现的每种草本植物取 1 ~ 2 株全草, 每种乔木、灌木植物取其根、叶和果实等 3 个部分, 将标本带回鉴定。共采集粪便 20 堆 46 粒, 参照植物 38 科 92 种。

2.2 粪样和参照植物制片

烘样。将采集的粪便样本混合, 每次随机抽取 11 ~ 12 粒构成一个分析样本, 共 4 组。置于 60 ~ 70 °C 烘箱中烘至恒量, 用筛孔为 1 mm 植物粉碎机粉碎。将粉碎后的粪便和参照植物材料依次经 20 目(0.85 mm)→40 目(0.40 mm)→100 目(0.15 mm)的网筛筛选, 使碎片大小为 0.15 ~ 0.40 mm。取 100 目的筛上物经自来水冲洗, 将清洗毕的材料放到培养皿内, 置于 55 °C 恒温箱里烘一夜。

粪样显微片制备。采用 Cavender 等^[11]和 Scott 等^[12]方法。将干燥、粉碎的粪便材料在 0.05 mol·L⁻¹ 的氢氧化钠溶液中浸泡 1 h 后, 用滤纸干燥。随机取 0.02 g 的材料置于载玻片上, 滴少许 Hertwig 溶液, 放在酒精灯上煮沸。煮沸时, 用牙签把材料均匀展开。然后将少许 Hoyer 溶液滴在材料上, 再煮沸。趁溶液还热时, 覆盖盖玻片。装片完成后, 置于恒温箱干燥。参照植物制片方法同粪便样本。

2.3 粪样显微片镜检

植物标准图谱。采用 Nikon E800 生物显微镜, 结合 DXM1200 数码成像系统, 在 10 倍目镜, 40

倍物镜条件下拍摄植物显微片。将植物表皮细胞、茎及叶脉细胞按照形态不同分类，建立简单的植物细胞标准形态图谱。每张植物显微片完成 10 个视野观察。

粪样图谱。从粪样装片左上角开始判读，直到完成 20 个视野观察为止，拍摄出现的不同的细胞形态。判读时，记录每个视野中出现的可辨认植物表皮角质碎片，并注意视野中植物其他特征结构，作为辅助鉴定的资料。拍摄条件同植物显微片。

显微片镜检。粪样和参照植物比对观察在 Photoshop CS8.0 中进行，比对的重点为细胞的形状和大小。在相同倍数下，两两比对后选择最为相似的植物种类。

采用频率转换法^[13]分析粪样显微片，求得每种植物可辨认的表皮角质碎片出现频率 $F(\%)$ 。公式为： $F = 100(1 - e^{-D})$ 。其中， D 表示每个视野中每种植物可辨认表皮角质碎片的平均密度， D 又可转换为相对密度 (D_R)，其公式为： $D_R = (D/L) \times 100\%$ 。其中， L 表示各种植物可辨认角质碎片密度之和。 D_R 可作为食物中各种植物实际利用比例的估计值。当 $D_R > 10$ ，表示该类食物为物种的主要食物；当 $1 < D_R < 10$ ，表示该类食物为物种的常见食物；当 $0 < D_R < 1$ ，表示该类食物为物种的偶尔采食食物^[14]。

3 结果

3.1 冬季植物性食物组成

共制作粪便显微片 60 个，完成 1 200 个视野；共制作植物显微片 92 个，完成 920 个视野。通过比对，在粪便显微片中共判读出 18 种植物碎片，隶属于 12 科。在冬季，黑颈长尾雉食谱主要由蹄盖蕨科 Athyriaceae，球盖蕨科 Peranemaceae，豆科 Leguminosae，百合科 Liliaceae，玄参科 Scrophulariaceae，茶科 Theaceae，紫金牛科 Myrsinaceae，樟科 Lauraceae，杜鹃花科 Ericaceae，唇形科 Labiatae，壳斗科 Fagaceae 和景天科 Crassulaceae 等组成。冬季黑颈长尾雉对草本植物取食最多(45.8%)，灌木次之(24.3%)，而乔木最少(14.3%)；叶是冬季黑颈长尾雉主要采食部位(表 1)。

3.2 冬季主要植物性食物

按 D_R 值大小，可将冬季黑颈长尾雉植物性食物分为 3 类。第 1 类为主要食物，有顶果蹄盖蕨 *Athyrium guangnanense* 和大叶假冷蕨 *Pseudocystopteris spinulosa* 等 2 种，在食物组成比中占据了前 2 位，占采食食物总量的 31.5%；第 2 类是常见食物，包括朱砂根 *Ardisia crenata*，鱼鳞蕨 *Acrophorus stipellatus*，高山栲 *Castanopsis delawayi*，虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii*，华南毛柃 *Eurya ciliata*，木锥花 *Gomphostemma microdon*，鞭打绣球 *Hemiphragma heterophyllum*，木果石栎 *Lithocarpus xylocarpus*，银叶杜茎山 *Maesa argentea*，长梗崖豆藤 *Millettia longipedunculata*，锥连栎 *Quercus franchetii*，菝葜 *Smilax china*，厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 和乌饭树 *Vaccinium bracteatum* 等 14 种，占 52.7%；第 3 类食物是偶尔采食食物，有细齿叶柃 *Eurya nitida* 和绒毛山胡椒 *Lindera nacusua* 等 2 种，占 1.2%。此外，粪便显微片中有 14.6% 的碎片未能鉴定到植物种，其中草本约占 5%，乔木和灌木约占 10%，一部分果壳状物体可能为灌木或乔木植物的种子或果实(表 1)。

4 讨论

4.1 影响冬季食谱的因素

环境中植被种类组成决定了黑颈长尾雉潜在可利用食物。在大中山，黑颈长尾雉冬季多分布在中山湿性常绿阔叶林中，林中乔木层、乔木亚层、灌木层和草本层中各主要建群树种均在黑颈长尾雉食谱中出现(表 1)。在广西金钟山，黑颈长尾雉典型生境类型为阔叶林和针阔混交林，各层建群树种，如云南松、青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 和栓皮栎 *Quercus variabilis* 等均在黑颈长尾雉食谱中出现^[15]。对其他动物食性研究亦出现类似结果^[16-17]。植被垂直结构特征的差异是影响黑颈长尾雉食谱的另一主要因素。气候的差异造成各地植被垂直结构特征差异，从而导致物种食谱结构差异。金钟山气候属亚热带季风气候类型^[15]。冬季，该区域黑颈长尾雉生境植被结构特征是林下植被较少，但落果较多；对黑颈长尾雉冬季食性研究表明，其食谱结构是乔木果实较多，草本较少。本项研究结果表明，黑颈长

表1 冬季黑颈长尾雉植物性食物组成

Table 1 Plant food composition of *Syranticus humiae* in winter

因子	科名	食物种类	采食部位	相对密度/%	采食序位
草本	蹄盖蕨科	顶果蹄盖蕨	叶和茎	18.3	1
		大叶假冷蕨	叶和茎	13.2	2
	球盖蕨科	鱼鳞蕨	叶和茎	4.1	8
	豆科	长梗崖豆藤	种子和叶	2.4	11
	百合科	菝葜	叶	5.3	5
灌木	玄参科	鞭打绣球	叶	2.4	11
	茶科	厚皮香	叶	6.5	4
		华南毛柃	叶	1.5	15
		细齿叶柃	叶	0.4	18
		紫金牛科	银叶杜茎山	叶	3.1
		朱砂根	果实	2.5	10
	樟科	绒毛山胡椒	叶	0.8	17
	杜鹃花科	乌饭树	叶	9.4	3
	乔木	唇形科	木锥花	叶	1.2
壳斗科		高山栲	叶	5.2	6
		木果石栎	叶	5.0	7
		锥连栎	叶	2.1	13
景天科		虎皮楠	叶	2.0	14
其他				14.6	

尾雉越冬期对草本植物取食较多,这与当地植物群落结构差异有关。前期研究发现,大中山气候属中国西部暖温带季风气候类型^[10],这样的气候特点造就了冬季当地特殊的植物群落结构,即在黑颈长尾雉活动的中山湿性常绿阔叶林中草本较多,且拥有大量的蕨类、乔木和灌木叶片。大中山黑颈长尾雉食谱呈现草本种类较多,叶片种类较多,而落果种类较少的特点正是环境中植被结构这种特点的真实反映。因此,气候的差异造成各地植被垂直结构特征差异,从而导致雉类食谱结构差异。

4.2 冬季采食对策

采食取食斑块中品质高的食物是黑颈长尾雉冬季采食的主要对策。不同植物种类和部位的可消化性、蛋白质和纤维含量显著不同。选择更易消化、蛋白含量更高的食物,虽然增加了冬季黑颈长尾雉对优质食物的搜寻时间,但优质食物的获得亦减少物种搜寻下一个食物的时间^[18]。草本植物是黑颈长尾雉冬季主要食物,这主要由于蕨类比其他植物含有较高营养^[19],故成为黑颈长尾雉主要食物。乔灌木叶片是黑颈长尾雉主要采食的食物部位,这是因为,较之茎而言,叶包含高蛋白和低纤维,且易消化吸收^[19]。对贵州仙人山地区红腹角雉食性研究结果表明,物种冬季食谱中多是品质较高的食物^[16],这说明植物部位和种类的品质差异是影响动物采食对策的主要因素之一。在越冬期,选择品质较高的食物作为主要食物是雉类冬季的主要采食对策。在粪便中发现大量无法辨认的昆虫残骸和果实的碎片,这说明昆虫和果实也是黑颈长尾雉越冬期食物之一。因为,它们可为黑颈长尾雉提供蛋白质^[15]。

采食取食斑块中所有适于取食的食物是黑颈长尾雉冬季辅助采食对策。由于冬季食物资源相对匮乏,采食取食斑块中所有适于取食的食物种类,以满足其自身代谢需求,可以降低物种在取食斑块之间的迁移时间,使得物种对每个取食斑块的利用均能达到最优化。虽然茎的营养成分较叶和果低,但依然出现在黑颈长尾雉食谱中。这说明,黑颈长尾雉冬季除了优先选择品质高的食物之外,也采食其

他所有适于取食的食物种类, 也说明黑颈长尾雉可以充分利用取食斑块中的食物资源。对贵州仙人山地区红腹角雉食性研究结果表明, 它们在自己游荡的范围内, 除了采食品质较高的食物之外, 其他适于取食的食物也会出现在它们的食谱中^[16]。这说明, 采食取食斑块中所有适于取食的食物是大多数雉类冬季辅助采食对策, 而此取食对策可能是雉类分布广, 数量大, 适应能力强的主要原因之一。

致谢: 野外工作得到哀牢山国家级自然保护区南华片管理所的协助, 在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] Bird Life International. Species Factsheet: *Syrmaticus humiae* [DB/OL]. [2008-10-08] <http://www.birdlife.org>.
- [2] 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书: 鸟类 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 庾太林, 李汉华, 申兰田. 黑颈长尾雉的人工饲养繁殖 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 1998, **15** (1): 97 - 101.
YU Tailin, LI Hanhua, SHEN Lantian. The artificial feeding and reproduction of *Syrmaticus humiae burmannicus* [J]. *J Guangxi Norm Univ Sci Ed*, 1998, **15** (1): 97 - 101.
- [4] 李伟, 周伟, 张兴勇, 等. 哀牢山国家级自然保护区南华片 3 种雉类春季取食地利用比较 [J]. 动物学研究, 2006, **27** (5): 495 - 504.
LI Wei, ZHOU Wei, ZHANG Xingyong, et al. 2006. Spring foraging sites of three pheasants at Nanhua Part in Ailaoshan National Nature Reserve [J]. *Zool Res*, **27** (5): 495 - 504.
- [5] 贝永建, 陈伟才, 李汉华, 等. 再引入黑颈长尾雉育雏行为和育雏地选择 [J]. 四川动物, 2008, **27** (1): 92 - 94.
BEI Yongjian, CHEN Weicai, LI Hanhua, et al; Brooding behavior and brooding habitat election of reintroduced *Syrmaticus humiae* [J]. *Sichuan J Zool*, 2008, **27** (1): 92 - 94.
- [6] IAMSIRI A, GALE G A. Breeding season habitat use by Hume's pheasant *Syrmaticus humiae* in the Doi Chinang Dao wildlife sanctuary, northern Thailand [J]. *Zool Stud*, 2008, **47** (2): 138 - 145.
- [7] SUTHERLAND W J. Diet and foraging behavior [M]// SUTHERLAND W J, NEWTON I, GREEN R E. *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. New York: Oxford University Press, 2004: 233 - 249.
- [8] MONRO R H. An appraisal of some techniques used to investigate the feeding ecology of large herbivores with reference to a study on impala in the northern Transvaal [J]. *Afr J Ecol*, 1982, **20**: 71 - 80.
- [9] HOLECHEK J L, GROSS B, DABO S M, et al. Effects of sample preparation, growth stage and observer on microhistological analysis of herbivore diets [J]. *J Wildl Manage*, 1982, **46**: 502 - 505.
- [10] 王裕康. 云南哀牢山北段南华大中山国家级自然保护区综合科学考察报告 [R]. 南华: 南华县林业局, 2000.
- [11] CAVENDER B R, HANSEN R M. The microscopic methods used for herbivore diet estimates and botanical analysis of litter and mulch of the Pawnee site [J]. *Tech Rep*, 1970, **18**: 1 - 10.
- [12] SCOTT G, DAHL B E. *Key to Selected Plant Species of Texas Using Plant Fragments* [R]. Texas: The Museum, Texas Tech University, 1980.
- [13] SPARK D R, MALECHEK J C. Estimating percentage dry weight in diets using a macroscopic technique [J]. *J Range Manage*, 1968, **21**: 264 - 265.
- [14] 刘伟, 杨维康, 徐文轩. 蒙古野驴的秋季食性分析 [J]. 兽类学报, 2008, **28** (1): 33 - 36.
LIU Wei, YANG Weikang, XU Wenxuan. Food habits of the Kulan (*Equus hemionus*) in autumn [J]. *Acta Theriol Sin*, 2008, **28**(1): 33 - 36.
- [15] 刘小华. 黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae* (Hume) [M]// 卢汰春. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州: 福建科学技术出版社, 1991: 314 - 327.
- [16] 史海涛, 郑光美. 红腹角雉的食性研究 [J]. 动物学研究, 1998, **19** (3): 225 - 229.
SHI Haitao, ZHENG Guangmei. The study on diet of Temmink's tragopan [J]. *Zool Res*, 1998, **19** (3): 225 - 229.
- [17] 李忠秋, 蒋志刚. 青海省天峻地区藏原羚的食性分析 [J]. 兽类学报, 2007, **27** (1): 64 - 67.
LI Zhongqiu, JIANG Zhigang. Diet analysis for tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Tianjan area, Qinghai province, China [J]. *Acta Theriol Sin*, 2007, **7** (1): 64 - 67.
- [18] SCHOENER T W. Theory of feeding strategies [J]. *An Rev Ecol Sys*, 1971 (2): 369 - 404.
- [19] 吴建平, 单继红, 李言阔. 小兴安岭地区原麝冬季食性研究 [J]. 兽类学报, 2007, **27** (1): 58 - 63.
WU Jianping, SHAN Jihong, LI Yankuo. Winter diet of siberian musk deer in the Lesser Xingan Mountains [J]. *Acta Theriol Sin*, 2007, **27** (1): 58 - 63.