

# 秦岭南坡川金丝猴的食物组成及季节性变化

赵海涛<sup>1</sup> 党高弟<sup>3</sup> 王程亮<sup>1</sup> 王晓卫<sup>1\*</sup> 郭东<sup>2</sup>  
罗茜<sup>2</sup> 赵建强<sup>4</sup> 贺征兵<sup>5</sup> 李保国<sup>1,2\*</sup>

(1 陕西省动物研究所, 西安 710032) (2 西北大学生命科学学院, 西安 710069)  
(3 陕西佛坪国家级自然保护区管理局, 佛坪 723400) (4 陕西省佛坪县旅游局, 佛坪 723400)  
(5 陕西省龙草坪林业局, 佛坪 723400)

**摘要:** 2013年3月至2014年2月, 在秦岭南坡观音山自然保护区大坪峪颜家沟内选取一群半野生川金丝猴的成年个体作为研究对象, 采用瞬时扫描取样法收集其觅食的食物类型数据, 目的是为该猴群建立食谱, 并通过对比不同季节内觅取的食物组成差异探讨秦岭南坡川金丝猴如何应对喜食食物的季节性缺乏。结果表明: 秦岭南坡川金丝猴共采食53种植物(包括34种乔木、13种灌木、6种藤本植物)和4种大型真菌, 分别占取食植物组成的64.3%、25.3%、8.0%和2.2%, 春、夏、秋、冬季取食种类和多样性指数分别为20种(3.93)、19种(3.73)、21种(3.87)和25种(4.12)。在秦岭南坡川金丝猴的食物组成中, 地衣占总觅食记录的22%; 树叶占20%, 其中嫩叶9%和成熟叶11%; 种子、树皮、芽苞、果实和叶柄分别占16%、15%、11%、9%和7%。该猴群觅取的植物部位具有明显的季节性差异。春季, 对树皮和芽苞的觅食量较高, 分别为28%和25%; 夏季, 增加了对成熟叶的采食量(29%), 而减少了芽苞的觅取量(5%); 秋季, 以取食种子和果实为主, 分别占总觅食的48%和16%; 冬季, 地衣的采食量达到最大值(41%)。觅食的食物组成与食物的可获得性呈正相关性( $R=0.984$ ,  $P<0.01$ ), 这与大多数叶猴的适应策略类似, 在喜食食物短缺的冬季, 它们选择更多的地衣和树皮为食, 同时它们采食的种类和食物多样性也有相应增加。

**关键词:** 川金丝猴; 食物组成; 季节变化

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2015)02-0130-08

## Diet and seasonal changes in Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in the southern Qinling mountains in China

ZHAO Haitao<sup>1</sup>, DANG Gaodi<sup>3</sup>, WANG Chengliang<sup>1</sup>, WANG Xiaowei<sup>1\*</sup>, GUO Dong<sup>2</sup>, LUO Xi<sup>2</sup>, ZHAO Jianqiang<sup>4</sup>, HE Zhengbing<sup>5</sup>, LI Baoguo<sup>1,2\*</sup>

(1 Institute of Zoology, Shaanxi Academy of Sciences, Xi'an 710032, China)

(2 College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China)

(3 Foping National Nature Reserve Management, Foping 723400, China)

(4 Tourism Administration, Foping 723400, China)

(5 Shaanxi Longcaoping Forestry Bureau, Foping 723400, China)

**Abstract:** To ascertain the dietary composition and seasonal changes in the Sichuan snub-nosed monkeys and to determine the feeding strategy adopted in response to seasonal changes in the availability of preferred foods, we studied a group of monkeys in the Guanyinshan nature reserve in the southern Qinling mountains, Foping, China, from March 2013 to February 2014, using the instantaneous scan sampling method. The results revealed that the monkeys fed on 53 plant species,

**基金项目:** 陕西省科学院重大项目(2012K-01); 陕西省科学院青年基金项目(2013K-34); 西部之光人才培养计划(2011DF05); 国家重点自然科学基金项目(31130061); 国家自然科学基金项目(31472014); 陕西省科学院基础研究项目(2014K-12); 日本 Cosmo 石油环保卡基金项目(2005-2015)

**作者简介:** 赵海涛(1985-), 男, 硕士研究生, 助理研究员, 主要从事动物生态和保护生物学研究。

**收稿日期:** 2014-09-23; **修回日期:** 2015-03-20

\* 通讯作者, Corresponding authors, E-mail: wxw8008@126.com; baoguli@nwu.edu.cn

including 34 species of trees, 13 shrubs, 6 vines, and 4 fungi, and these species accounted for 64.3%, 25.3%, 8.0%, and 2.2% of their diet, respectively. During each season (spring, summer, autumn, and winter), the monkeys consumed 20, 19, 21, and 25 plants species, respectively, while the values of the food diversity index (FDI) were 3.93, 3.73, 3.87, and 4.12, respectively. Lichen constituted 22.0% of the monkeys' diet, while leaves contributed to 20% of the diet (9% and 11% young and mature leaves, respectively). The seed, bark, buds, fruits, and petioles contributed to 16%, 15%, 11%, 9%, and 7% of their diet, respectively. The various parts of the plant consumed by the monkeys showed significant seasonal variations. In spring, their diet consisted primarily of bark (28%) and buds (25%). The consumption of mature leaves increased significantly (29%) in summer, while the consumption of buds decreased to 5%. The monkeys primarily consumed seeds and fruits, when in abundance, in autumn; these comprised 48% and 16% of their diet, respectively. In winter, consumption of dietary lichen increased to 41%. A positive correlation was observed between the dietary composition and food availability ( $R = 0.984$ ,  $P < 0.01$ ). Similar to other leaf monkey species, the Sichuan snub-nosed monkeys adopted a feeding strategy involving the consumption of bark and lichen in response to winter, when the availability of preferred foods is less, with increase in plant species and a higher diversity in their diet.

**Key words:** Diet; *Rhinopithecus roxellana*; Seasonal change

觅食行为是灵长类动物最重要、最常见的行为,是获取生长发育、生存繁殖及运动所需能量与营养的重要途径,常表现在食物选择性利用(即:食物组成及取食方式),不同食物斑块间的移动,觅食的时间分配,对捕食者的防御和逃避,以及对人类活动的不同反应等方面(蒋志刚,2004)。因觅食行为的最终目的是获取能量,并且在日常活动时间分配中占据相当大比例(周岐海,2009),所以动物获取食物的组成无疑是评判觅食活动是否成功及能否生存下去的重要标准。尤其是灵长类动物,其食物组成更为丰富,且影响因素复杂,不仅受觅食生境、食物资源质量与分布、季节等客观因素的影响,而且受其群体组成、群体大小、社会结构、社会关系等的限制(Isbell,1991)。因此,通过对灵长类动物食物组成的研究可以加深对其营养需求的了解,客观反映种群结构、社会关系等信息。另外,结合对比分析不同生境的取食适应策略,可以对种群的动态和生存前景作出预测,迅速评估栖息地的质量变化情况。

已有研究表明,现生叶猴类(Colobines)多分布于热带低地阔叶林,其食物组成主要为高等植物的叶、种子、果实和芽苞(Oates *et al.*, 1994)。并且其食物资源在时空上的分布呈现不均匀性,不同物种或者同一物种的不同种群会采取不同策略来适应食物资源分布的差异性。例如,生活在贵州梵净山狭小区域内的黔金丝猴(*Rhinopithecus brelichi*)取食树叶在食物组成中占34%,树皮占29%,花仅占7%(聂帅国等,2009);而生活于

云南白马雪山自然保护区的滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)取食的松萝(*Usnea diffracta*)占总取食食物的51%,树皮、叶柄和茎仅占0.8%(黎大勇等,2011)。另外,随着生境内食物资源的物候变化,灵长类物种为了适应喜食食物资源的季节性短缺,会主动调整摄取食物的方式,如增加食物多样性以拓展食谱等(Claire and Nora, 2005)。杂食性的台湾猕猴(*Macaca cyclopis*),在食物丰富的夏季会以采食果实和昆虫为主,而在食物缺乏的冬季则采食更多的树叶和茎(Su and Lee, 2001);而生活在中国广西的白头叶猴(*Trachypithecus leucocephalus*)可在可取食的嫩叶较少时,会增加对果实和种子的摄入量(Li and Rogers, 2006)。虽然国内3种金丝猴均分布于亚热带森林,其生境中植被类型与热带有很大差别,但它们取食的食物类型也均为高等植物的叶、芽苞、果实和种子等(Jablonski, 1998)。

川金丝猴为猴科(Cercopithecidae)疣猴亚科(Colobinae)仰鼻猴属(*Rhinopithecus*),为我国特有的非人灵长类物种,目前仅生活在湖北神农架、四川西北部与甘肃的交界地带及秦岭地区(Li *et al.*, 2001; 全国强和谢家骅, 2002)。不同地区植被类型有较大差异,早期也开展过食性研究,发现四川—甘肃种群共采食29种植物,湖北种群仅觅取23种,而秦岭北坡种群取食的食物组成较为丰富,多达43种(Ren *et al.*, 2010)。由于秦岭山脉在中国生物地理位置中的特殊性,为亚热带和暖温带气候、动物地理区划中古北区与东洋区的分

界线,北部较寒冷而干燥,南部较温暖而湿润,因此,影响了南、北坡动植物的分布,北坡主要是落叶阔叶林,南坡夹杂一些常绿阔叶林(郑生武和宋世英,2010)。这种南、北坡植被的差异性是否会导致南北坡金丝猴社群的食物组成呈现一定差异仍不得而知,目前仅有郭松涛(2004)对秦岭北坡金丝猴的食谱研究,并证实其食物组成和采食部位均有季节性差异,尚未涉及秦岭南坡金丝猴的食物获取情况。

因灵长类物种在采食方面具有高度的选择性,不同生境的取食策略有较大差异,研究物种不同区域的食谱从整体层次对反映该物种的生存策略、探索其濒危机理、制定不同的保护措施都有着重大意义。本文拟通过在秦岭南坡开展金丝猴的食物组成研究,了解金丝猴的区域性觅食特点及季节性变化,并通过与北坡社群的比较,了解秦岭南坡金丝猴在资源缺乏的季节是如何获取足够食物,探讨社群对其生境的行为适应策略。

## 1 研究方法

### 1.1 研究地点和对象

研究地点位于秦岭南麓观音山自然保护区大坪峪颜家沟内,海拔 1 150–2 574 m。因受地形和海拔的影响,低温多雨,属于亚热带气候。年平均气温 11.5℃,最高温度 21.9℃,最低温度 0.3℃,年平均降水量 924 mm。植被组成为落叶阔叶林(1 500 m 以下)、针阔混交林(1 500–2 300 m)、针叶林(2 300 m 以上)。有两群川金丝猴生活在该区域,其中 1 群为半野生群,约 70 余只,为我们这次研究的目标群体。该猴群由 6 只成年雄性、22 只成年雌性及约 42 只未成年猴组成,其中成年个体为本次观察对象。研究期间,每个观察周期结束(1 个月为 1 个观察周期)后,均放任猴群自由活动 5–7 d,所以我们有机会跟踪观察猴群不受人工投喂影响的取食行为。

### 1.2 数据收集与处理

根据前期的跟踪观察,确定猴群的主要活动区域。为调查该区域内食物的可获得性及季节变化,我们设置了 15 个 50 m × 50 m 的样方,5 个样方位于谷底或平洼地,10 个样方位于山坡。已有研究表明秦岭金丝猴的家域范围约 18 km<sup>2</sup>(郭松涛,2004),因此,本研究总样方面积占猴群主要活动

面积的 10% 以上。根据前期预观察结果,设置的样方位于猴群经常活动和取食区域,样方基本能反映猴群家域内的植被类型。用样方绳将设定的样方圈起来,并用标签牌标记胸径(DBH) ≥ 5 cm 的乔木。在每个样方内拉出 3 条 50 m 样线,每隔 5 m 选取 1 个取样点,即每条样线上共 11 个取样点,在每个取样点分别记录垂直于地面方向不同高度内(0–2 m、2–4 m 和 4 m 以上)的植物种类,并做记录。每月在跟踪猴群观察的 5 d 里同时监测样方中被标记树木(目测),记录样方内长有嫩叶、花、果实和种子等植物的株数。结合植物监测,最后计算食物可获得性指数(Food availability index, FAI)。FAI =  $N_i/N$ ,其中,  $N_i$  为长有嫩叶、花、果实或种子并为猴群所取食的树木株数;  $N$  为植被样方中树木的总株数(Estrada *et al.*, 1999)。

本研究野外观察自 2013 年 3 月到 2014 年 2 月进行,采用瞬时扫描法(Instantaneous scan sampling)对猴群连续跟踪观察(每个观察日 07:00–17:30),并进行行为取样,取样间隔 10 min,每次扫描时间为 5 min,野外工作共 60 d,每月有效观察时间 5 d。当发现猴群,行为取样开始,如果取样过程中猴群忽然消失,则中止取样直到再次发现猴群。当目标个体觅食时,记录所取食的植物种类、部位(包括树叶、树皮、芽苞、果、种子、叶柄)以及地衣。每次取样均为 1 个独立样本,计算不同食物类别所摄取的比例,通过其平均值可以表示每个季节和全年的食物组成情况。

利用公式:  $P_k = \sum C_k / \sum F$  计算不同食物类别在总食物组成中的比例,其中  $k$  为采食植物的类型;  $P_k$  为  $k$  种食物种类或部位所占的比例;  $\sum C_k$  为采食食物类别  $k$  的总和;  $\sum F$  为采食样本总和。

利用 Shannon-Wiener 指数来表示秦岭南坡川金丝猴食物的多样性指数,计算公式如下:  $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ,其中  $H'$  为 Shannon-Wiener 多样性指数;  $P_i$  为第  $i$  种食物所占的比例。

应用  $\chi^2$  检验比较猴群获取食物部位的季节性差异,采用 Spearman 相关性检验(Spearman rank correlation test)来验证各变量间的相关性。采用 Origin pro 8.5.1 制图。所有数据的整理和分析均在 Microsoft Excel for Windows 和 SPSS 16.0 统计软件上完成。

## 2 研究结果

### 2.1 食物组成

研究期间，发现秦岭南坡金丝猴采食 37 科，共 53 种植物（包括 34 种乔木，13 种灌木，6 种藤本）和 4 种大型真菌（表 1），分别占觅食植物组成的 64.3%、25.3%、8.0% 和 2.2%。亦发现猴群还采食着生在植物表皮的低等植物——地衣，主要为中

国树花（*Ramalina sinensis*）和梅衣（*Parmelia* sp.）。共跟踪收集觅食行为记录 4 428 个，有 787 个取食记录为猴群采食人工投喂的食物（苹果和玉米），3 641 次记录可以确定取食的植物部位，其中有 3 511 次能确定所取食的食物种类。记录过程中发现，猴群所采食的植物种类随着取样时间的增加而增多，春季采食 20 种，夏、秋、冬季节分别新增植物种类 12 种、16 种和 9 种。

表 1 川金丝猴不同季节的食物组成及其所占食物组成的百分比

Table 1 List of food plant (including species and parts) and percentage in each season of Sichuan snub-nosed monkey

物种 Species	科名 Family	生活型 Life form	不同季节采食部位及比例			
			Parts and percentage (%) of the diet in each season			
			春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
稠李 <i>Prunus padus</i>	蔷薇科 Rosaceae	T	L P; 13.38	Fr; 2.98	-	B Fr; 8.42
山麻杆 <i>Alchornea davidii</i>	大戟科 Euphorbiaceae	T	L P; 10.73	L P; 18.81	-	B; 0.35
桑树 <i>Morus alba</i>	桑科 Moraceae	T	L; 6.09	L P; 4.13	-	-
榆树 <i>Ulmus pumila</i>	榆科 Ulmaceae	T	F L Bu; 5.96	-	-	-
野樱桃 <i>Prunus discadenia</i>	蔷薇科 Rosaceae	S	L; 5.96	-	-	-
托叶樱桃 <i>Prunus tipulacea</i>	蔷薇科 Rosaceae	T	L; 4.90	Fr; 3.44	-	-
平基槭 <i>Acer truncatum</i>	槭树科 Aceraceae	T	L; 4.63	L; 9.85	-	-
五角枫 <i>Acer mono</i>	槭树科 Aceraceae	T	L; 4.37	-	-	-
野猕猴桃 <i>Actinidia chinensis</i>	猕猴桃科 Actinidiaceae	V	L; 3.84	-	-	B; 2.52
泡花树 <i>Meliosma dillenifolia</i>	清风藤科 Sabiaceae	S	L P; 3.57	-	-	B; 1.39
五味子 <i>Schisandra chinensis</i>	五味子科 Schisandraceae	V	B L; 3.31	Fr; 4.81	-	B; 1.13
野拐枣 <i>Hovenia acerba</i>	鼠李科 Rhamnaceae	S	L Fr; 2.78	-	-	-
湖北苦楝木 <i>Fraxinus retusa</i>	木犀科 Oleaceae	T	Bu; 2.52	S; 0.46	-	B; 3.13
栓翅卫矛 <i>Euonymus phellomana</i>	卫矛科 Celastraceae	S	L; 2.39	-	-	B; 2.69
望春花 <i>Magnolia liliflora</i>	木兰科 Magnoliaceae	T	Fr L F; 1.98	-	-	-
叶上花 <i>Helwingia japonica</i>	山茱萸科 Cornaceae	S	Bu; 1.72	-	-	B; 2.52
辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	壳斗科 Fagaceae	T	L; 1.46	-	Fr; 4.52	B; 0.96
椴树 <i>Tilia tuan</i>	椴树科 Tiliaceae	T	Bu; 0.80	-	-	-
领春木 <i>Euptelea pleiosperma</i>	领春木科 Eupteleaceae	S	L; 0.80	-	-	-
裤裆果 <i>Lonicera stanishii</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	S	F; 0.66	-	L P; 1.17	-
灯台树 <i>Bothrocaryum controversum</i>	山茱萸科 Cornaceae	T	-	Fr; 10.77	-	-
秦岭木姜子 <i>Litsea tsinlingensis</i>	樟科 Lauraceae	S	-	Fr; 10.31	-	-
刺楸 <i>Kalopanax septemlobus</i>	五加科 Araliaceae	T	-	L Bu; 5.27	B; 3.18	-
榛子 <i>Corylus chinensis</i>	桦木科 Betulaceae	T	-	L P; 5.27	-	-
蘑菇 <i>Agaricus campestris</i>	蘑菇科 Agaricaceae	Fu	-	All; 3.44	-	-
红瑞木 <i>Cornus alba</i>	山茱萸科 Cornaceae	T	-	Fr; 3.21	Fr; 19.97	Bu; 0.61
野栗子树 <i>Castanea seguinii</i>	壳斗科 Fagaceae	T	-	L P; 2.98	Fr; 0.67	B; 0.35
猴头菌 <i>Hericium erinaceus</i>	猴头菇科 Hericiaceae	Fu	-	All; 2.30	-	-
香菇 <i>Lentinus edodes</i>	口蘑科 Tricholomataceae	Fu	-	All; 2.06	-	-
(白花)茶树 <i>Camellia sinensis</i>	山茶科 Theaceae	S	-	F; 1.60	-	-
木耳 <i>Auricularia auricula</i>	木耳科 Auriculariales	Fu	-	All; 0.46	-	-
膀胱果 <i>Staphylea holocarpa</i>	省沽油科 Staphyleaceae	S	-	Fr; 0.46	-	-
皂角 <i>Cassia mimosoides</i>	豆科 Leguminosae	T	-	-	Fr; 8.70	B; 1.65
楝木 <i>Cornus macrophylla</i>	山茱萸科 Cornaceae	T	-	-	S; 5.86	Bu; 3.04
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	松科 Pinoideae	T	-	-	S; 5.19	-
华山松 <i>Pinus armandii</i>	松科 Pinoideae	T	-	-	S; 5.03	-
栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	壳斗科 Fagaceae	T	-	-	S; 4.52	-

续表 1 Continued from table 1

物种 Species	科名 Family	生活型 Life form	不同季节采食部位及比例 Parts and percentage (%) of the diet in each season			
			春季	夏季	秋季	冬季
			Spring	Summer	Autumn	Winter
湖北枫杨 <i>Pterocarya hupeiensis</i>	胡桃科 Juglandaceae	T	-	-	Fr; 3.86	-
茅栗 <i>Castanea sequinii</i>	壳斗科 Fagaceae	T	-	-	Fr; 3.86	-
花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	芸香科 Rutaceae	S	-	-	S; 3.52	-
八月瓜 <i>Holboellia latifolia</i>	木通科 Lardizabalaceae	V	-	-	Fr; 2.85	B; 0.35
野石榴 <i>Fructus rosae laevigatae</i>	蔷薇科 Rosales	S	-	-	Fr; 2.68	B; 2.00
海棠树 <i>Begonia evansiana</i>	蔷薇科 Rosales	T	-	-	Fr; 2.35	B; 1.30
中国黄花柳 <i>Salix sinica</i>	杨柳科 Salicaceae	S	-	-	Fr; 2.18	-
牛奶腾 <i>Bousigonia mekongensis</i>	夹竹桃科 Apocynaceae	V	-	-	Fr; 1.84	-
漆树 <i>Rhus verniciflua</i>	漆树科 Anacardiaceae	T	-	-	S; 1.17	-
鸡血藤 <i>Kadsura interior</i>	豆科 Leguminosae	V	-	-	L P; 1.01	-
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	桑科 Moraceae	T	-	-	Fr; 0.50	-
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	木犀科 Oleaceae	T	-	-	-	B; 9.70
冬瓜杨 <i>Populus purdomii</i>	杨柳科 Salicaceae	T	-	-	-	B Bu P; 9.11
山杨树 <i>Populus davidiana</i>	杨柳科 Salicaceae	T	-	-	-	B; 5.04
母猪藤 <i>Cayratia japonica</i>	葡萄科 Vitaceae	V	-	-	-	L B P; 3.48
陕甘花椒 <i>Sorbus koehneana</i>	蔷薇科 Rosales	T	-	-	-	B; 3.48
青榨槭 <i>Acer davidii</i>	槭树科 Aceraceae	T	-	-	-	B; 3.38
黄槐树 <i>Cassia surattensis</i>	苏木科 Caesalpiniaceae	T	-	-	-	B; 2.87
红皮柳 <i>Salix sinopurpurea</i>	杨柳科 Salicaceae	T	-	-	-	B P; 0.70
千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	桦木科 Betulaceae	T	-	-	-	B L P; 0.70
地衣 Lichens (主要为中国树花 ( <i>Ramalina sinensis</i> ) 和梅衣 ( <i>Parmelia</i> sp.))	松罗科 Usneaceae	E	All; 22.16	All; 7.98	All; 17.56	All; 41.15

T: 乔木; S: 灌木; V: 藤本植物; Fu: 菌类; E: 内生植物; B: 树皮; L: 树叶; S: 种子; F: 花; Fr: 果实; Bu: 芽苞; P: 叶柄; All: 全部

T: Tree; S: Shrub; V: Vine; Fu: Fungus; E: Endophyte; B: Bark; L: Leaf; S: Seed; F: Flower; Fr: Fruit; Bu: Bud; P: Petiole

地衣（主要为中国树花和梅衣）在全年均有采食，并有最高的取食记录，达 22%。在猴群取食的植物部位中，树叶占 20%，包括 9% 的嫩叶和 11% 的成熟叶（图 1）；种子、树皮和芽苞所占比例次之，分别为 16%、15% 和 11%；果实和叶柄取食量最少，仅占 9% 和 7%。

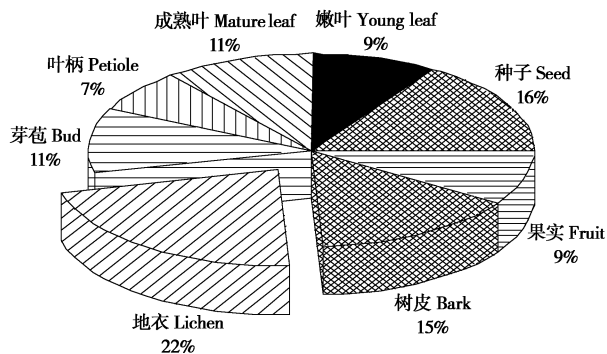


图 1 秦岭南坡川金丝猴年度食物组成

Fig. 1 Annual diet of the *Rhinopithecus roxellana* group

## 2.2 食谱的季节性差异

除地衣外，在猴群觅食的 53 种植物和 4 种大型真菌中，未曾发现一年四季均被采食的食物。全年中有 3 个季节和 2 个季节被采食的种类分别有 7 种（12.3%）和 14 种（24.6%）；剩余的 36 种食物仅在某一季节内采食（表 1）。虽然秦岭川金丝猴的食物种类不存在明显的季节性差异 ( $\chi^2 = 0.976, df = 3, P = 0.807$ )，夏季采食的食物种类较少，为 19 种，多样性指数为 3.73；春季和秋季取食种类稍多，分别为 20 种和 21 种，多样性指数分别为 3.93 和 3.87；而冬季取食的植物种类最多，达 25 种，多样性指数亦最高，为 4.12。但是在猴群采食的 53 种植物和 4 种大型真菌中，不同季节采食的主要植物类型存有差异，春季主要采食稠李 (*Prunus padus*) (16.5%)、山麻杆 (*Alchornea davidii*) (13.1%) 和桑树 (*Morus alba*) (7.4%) 等植物的嫩叶；夏季主要取食山麻杆 (20.3%)、灯台

树 (*Bothrocaryum controversum*) (11.6%) 和秦岭木姜子 (*Litsea tsinlingensis*) (11.1%) 等植物的叶或果实；秋季以红瑞木 (*Cornus alba*) (23.1%)、皂角 (*Cassia mimosoides*) (10.3%) 和栎木 (*Cornus macrophylla*) (6.9%) 等植物的果实或种子为主；冬季主要取食水曲柳 (*Fraxunus mandshurica*) (13.8%)、冬瓜杨 (*Populus purdomii*) (12.9%) 和稠李 (11.9%) 等植物的树皮或芽苞 (表 1)。另外，虽证实不同季节食物的多样性指数与觅取的食物种类间具有相同的变化趋势，但未达到显著的相关性 ( $R=0.800, P=0.200$ )。

秦岭川金丝猴采食的地衣和不同植物部位 (包含树皮、芽苞、叶柄、种子、果实和树叶) 存在明显的季节性差异 (地衣:  $\chi^2 = 1.905, df = 3, P < 0.01$ ; 树皮:  $\chi^2 = 2.130, df = 3, P < 0.01$ ; 芽

苞:  $\chi^2 = 3.078, df = 3, P < 0.01$ ; 叶柄:  $\chi^2 = 97.444, df = 3, P < 0.01$ ; 种子:  $\chi^2 = 3.425, df = 2, P < 0.01$ ; 果实:  $\chi^2 = 99.685, df = 2, P < 0.01$ ; 树叶:  $\chi^2 = 2.957, df = 2, P < 0.01$ )。春季，树皮、地衣、芽苞、树叶分别占总觅食组成的 28%、22%、25% 和 20% (嫩叶和成熟叶分别占 14% 和 6%)，观察期间发现对种子和果实的取食次数最少。夏季，增加了对成熟叶的采食量 (29%)，而相对减少了对芽苞的采食量 (5%)。秋季，种子和果实在食物组成中的比例增加到 48% 和 16%，而树皮、叶柄和芽苞的摄入量减少，仅占 6%、1% 和 2%。冬季，对地衣、叶柄和树皮的采食量明显增加，分别占 41%、12% 和 15%，树叶的摄入量均大幅度降低，观察期间被猴群取食的次数甚少 (表 2)。

表 2 秦岭南坡川金丝猴食物组成的季节性变化

Table 2 Seasonal changes in the diet of *Rhinopithecus roxellana* in the southern of Qinling Mountains

季节 Season	种数 Number of species	树皮 Bark	叶柄 Petiole	种子 Seed	果实 Fruit	树叶 Leaf	成熟叶 Mature leaf	嫩叶 Young leaf	芽苞 Bud	地衣 Lichen	多样性指数 Index of diversity
春季 Spring	20	0.28	0.05	0	0	0.20	0.06	0.14	0.25	0.22	3.93
夏季 Summer	19	0.09	0.11	0.03	0.18	0.46	0.29	0.17	0.05	0.08	3.73
秋季 Autumn	21	0.06	0.01	0.48	0.16	0.09	0.08	0.01	0.02	0.18	3.87
冬季 Winter	25	0.15	0.12	0.19	0.03	0	0	0	0.10	0.41	4.12

### 2.3 食物的可获得性对秦岭南坡川金丝猴食物组成的影响

食物的可获得性在不同月份存有差异，亦表现为不同食物可获得性的最大值出现在不同月份 (图 2)。5 月芽苞的可获得性达到最大值 (77%)，8 月转换为树叶 (高达 98%)，而在 9 月可获得性最大的则为种子和果实 (94%)。在不同季节，树叶的可获得性均值在 2% - 83% 范围变化，在夏季达到最大值 (83%)，其中成熟叶和嫩叶的可获得性全年变化均较大，分别在 2% - 53% 和 0 - 31% 之间变化。芽苞在春季的可获得性达到最大值 (46%)。种子和果实的可获得性在夏秋季节达到最大值 (分别为 33% 和 73%)，结籽和果实植物主要有山麻杆、灯台树、红瑞木和皂角，为秦岭南坡川金丝猴提供了大量的食物。树皮的可获得性全

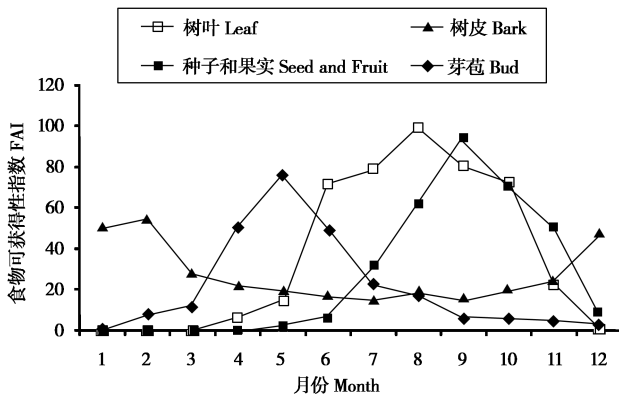


图 2 不同月份的食物可获得性变化

Fig. 2 Annual variation in food availability

年变化不大，除食物比较丰富的夏秋季节，冬春季的可获得性相对较高，在 23% - 51% 范围。秦岭

南坡川金丝猴在不同季节内的食物组成与栖息地内食物的可获得性呈显著的正相关性 ( $R = 0.984$ ,  $P < 0.01$ ), 意味着随植物物候的季节变化, 在食物匮乏时猴群增加了觅食植物种类和部位, 拓宽了食谱。

### 3 讨论

本次研究发现, 秦岭南坡川金丝猴的食性相对宽泛, 不同季节猴群对食物的适应性较强, 其觅食的食物类型呈现出明显的选择性, 这与黔金丝猴倾向于选择树叶和滇金丝猴主要摘食松萝的表现类似 (聂帅国等, 2009; 黎大勇等, 2011)。随着植物物候的季节性变化, 猴群为获取足够的能量, 必须改变食性来适应环境, 表现在不同季节觅取的主要食物种类或部位不同, 这与大部分疣猴类物种类似 (Bleisch, 1998; 黄乘明, 2002; Andrews, 2003; Kumar *et al.*, 2007; 黄中豪, 2010)。

与其他食物类型的可获得性相比, 地衣的可获得性在各季节的波动不大, 并且通过本研究发现川金丝猴全年均取食地衣, 尤其是在其他食物类型较为缺乏的冬季, 地衣的摄取量占总觅食量的比例很大 (达 41%), 这与滇金丝猴的食性类似 (黎大勇等, 2011), 亦与 Kirkpatrick 等 (1999) 通过粪便分析认为四川白河自然保护区的川金丝猴在 11 月地衣摄取量高达 51% 的研究结果一致。已有研究表明, 大部分灵长类物种会有意避免取食富含纤维素和次级代谢产物的食物, 而倾向于选食高蛋白质含量的植物 (Mckey *et al.*, 1981; Waterman and Kool, 1994)。虽然地衣含蛋白质的量并不是很高, 但其纤维素含量要比树叶、树皮等植物部位低很多, 或许这正是猴群长期取食地衣的主要原因。另外, 与秦岭北坡相比, 叶柄是南坡川金丝猴采食相对较多的食物类型之一 (占 7%) (郭松涛, 2004)。因跟踪猴群调查的主要家域活动范围内水流相对细小, 尤其是在严寒的冬季, 地表径流表面减少并结冰严重, 猴群饮水困难, 因而它们只能从食物中加大获取水分的量。与树皮和芽苞相比, 叶柄的含水量相对多些, 而且含有某些特殊的矿物质元素 (如钾、钠、钙) (Waterman and Kool, 1994), 尽管在红疣猴 (*Colobus badius*) 等物种中证实叶柄的含水量和矿物质元素含量直接制约食物的摄入情况 (Baranga, 1983), 但这是否会影响秦岭南坡

川金丝猴的觅食选择尚需进一步研究。

郭松涛 (2004) 证实秦岭北坡玉皇庙金丝猴群的食性在一年中有重大转变, 其食谱存有明显的季节性差异, 表现在春夏季主要倾向觅食冬瓜杨和秦岭木姜子, 秋冬季主要取食辽东栎 (*Quercus liaotungensis*)。结合近期的植被调查, 发现秦岭南、北坡原始生境中的优势植物种类及生长周期略有差异。将秦岭南坡与北坡川金丝猴群对比发现, 虽然它们的觅食在不同季节均存有偏好性, 但倾向选择的主要植物种类却不同, 南坡猴群主要倾向选择稠李、山麻杆、红瑞木和水曲柳等植物。通过与食物可获得性相关分析对比, 证实南、北坡猴群取食的食物组成与生境中食物的可获得性等级相一致 (郭松涛, 2004), 也就是说, 作为泛化采食的川金丝猴物种 (Ren *et al.*, 2010), 其取食的食物类型与量在全年内均发生很大变化, 说明猴群取食不同食物类型的高峰期会有错差, 倾向于选取各季节内可获得性较高的食物。亦意味着与有些叶猴类似, 川金丝猴物种在长期进化过程中, 其食性可能适应了不同地区植物物种的分布, 不同种群都有各自偏好采食的植物种类或部位, 如白头叶猴 (黄乘明, 2002)。

另外, 秦岭南坡川金丝猴觅食的食物类型较为复杂, 虽与植被多样性的关系未达到显著水平, 但仍拥有相同的变化趋势。在食物缺乏的季节, 该猴群会通过大量摄入低质量的食物以应对高质量食物的季节性匮乏。

**致谢:** 野外工作得到佛坪县旅游局的工作人员和佛坪熊猫谷旅游有限公司左刚强总经理及工作人员的大力支持和帮助, 在此表示衷心感谢; 感谢李强国、吴长斌、伍明娃等向导在采集植物标本方面所付出的辛苦。

### 参考文献:

- Andrews K. 2003. Activity budgets and feeding behavior of the buton macaque (*Macaca brunneceus*). Master Thesis. Scotland; University of Aberdeen.
- Baranga D. 1983. Changes in chemical composition of food plants in the diet of colobus monkeys. *Ecology*, **64**: 668 - 673.
- Bleisch W V, Liu Z M, Ellen S D, Xie J H. 1998. Selected nutrient analysis of plant in the diet of Guizhou snub-nosed monkey (*Rhinopithecus brilichi*). *The Natural History of the Douces and Snub-nosed Monkeys*. Singapore: World Scientific Publishing, 241 -

- 254.
- Claire A H, Nora B. 2005. The influence of seasonality on primate diet and ranging. In: Diane K B, Carel P van Schaik eds. Seasonality in Primates: Studies of Living and Extinct Human and Non-human Primates. New York: Cambridge University Press, 57 – 105.
- Estrada A, Juan-Solano S, Martinez T O, Coates-Estrada R. 1999. Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *Am J Primatol*, **48**: 167 – 183.
- Huang Z H, Huang C M, Zhou Q H, Wei H, Meng Y J. 2010. Diet and the seasonal changes of the François' langur (*Trachypithecus francoisi*). *Acta Ecologica Sinica*, **30** (20): 5501 – 5508. (in Chinese)
- Isbell L A. 1991. Contest and scramble competition: patterns of female aggression and ranging behavior among primates. *Behav Ecol*, **2**: 143 – 155.
- Jablonski N C. 1998. The Nature History of the Doucs and Snub-nosed Monkeys. Singapore: Word Scientific Publishing.
- Kirkpatrick R C, Gu H J, Zhou X P. 1999. A preliminary report on Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*) at Baihe Nature Reserve. *Folia Primatol*, **70**: 117 – 120.
- Kumar R S, Mishra C, Sinha A. 2007. Foraging ecology and time-activity budget of the Arunachal macaque *Macaca munzala* a preliminary study. *Current Science*, **93**: 532 – 539.
- Li B G. 2001. The present status of the Sichuan snub-nosed monkey in the Qinling Mountains of China, and a proposed conservation strategy for the species. *Biosphere Conservation*, **3**: 107 – 114.
- Li D Y, Ren B P, He X M, Hu G, Li B G, Li M. 2011. Diet of *Rhinopithecus bieti* at Xiangguqing in Baimaxueshan National Nature Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, **31** (4): 338 – 346. (in Chinese)
- Li Z Y, Rogers M E. 2006. Food items consumed by white-headed langurs in Fusui, China. *Int J Primatol*, **27**: 1551 – 1567.
- Mckey D B, Gartlan J S, Waterman P G, Choo G M. 1981. Food selection by black colobus monkeys (*Colobus satanas*) in relationship to food chemistry. *Biol J Linn Soc*, **16**: 115 – 146.
- Nie S G, Xiang Z F, Li M. 2009. Preliminary reports on diet and social structure of gray snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus brelichi*) at Yangaoping, Guizhou. *Acta Theriologica Sinica*, **29** (3): 326 – 331. (in Chinese)
- Oates J F. 1994. The nature history of Africa colobines. In: Davies A G, Oates J F eds. Colobine Monkeys: Their Ecology, Behavior and Evolution. Cambridge University Press, 75 – 128.
- Ren B P, Li B G, Li M, Wei F W. 2010. Inter-population variation of diets of Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*) in China. *Acta Theriologica Sinica*, **30** (4): 357 – 364.
- Su H H, Lee L L. 2001. Food habits of Formosan rock macaques (*Macaca cyclopis*) in Jentse, Northeastern Taiwan, assessed by fecal analysis and behavioral observation. *Int J Primatol*, **22** (3): 359 – 377.
- Waterman P G, Kool K M. 1994. Colobine food selection and plant chemistry. In: Davies A G, Oates J F eds. Colobine Monkeys: Their Ecology, Behavior and Evolution. Cambridge: Cambridge University Press, 251 – 284.
- Zhou Q H, Tang H X, Wei C Q, Huang C M. 2009. Diet and seasonal changes in Rhesus macaques (*Macaca mulata*) at Seven-star Park, Guilin. *Acta Theriologica Sinica*, **29** (4): 419 – 426. (in Chinese)
- 全国强, 谢家骅. 2002. 金丝猴研究. 上海: 上海科技教育出版社.
- 周岐海, 唐华兴, 韦春强, 黄乘明. 2009. 桂林七星公园猕猴的食物组成及季节性变化. 兽类学报, **29** (4): 419 – 426.
- 郑生武, 宋世英. 2010. 秦岭兽类志. 北京: 中国林业出版社.
- 聂帅国, 向左甫, 李明. 2009. 黔金丝猴食性及社会结构的初步研究. 兽类学报, **29** (3): 326 – 331.
- 郭松涛. 2004. 秦岭金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 采食和家域行为的研究. 西北大学硕士学位论文.
- 黄中豪, 黄乘明, 周岐海, 韦华, 蒙渊君. 2010. 黑叶猴食物组成及其季节性变化. 生态学报, **30** (20): 5501 – 5508.
- 黄乘明. 2002. 中国白头叶猴. 桂林: 广西师范大学出版社.
- 蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社.
- 黎大勇, 任宝平, 和鑫明, 胡刚, 李保国, 李明. 2011. 白马雪山自然保护区响古箐滇金丝猴的食性. 兽类学报, **31** (4): 338 – 346.