

西双版纳地区犬蝠和棕果蝠食性的初步研究

唐占辉^{1, 2, 3} 盛连喜³ 曹 敏^{2*} 梁 冰¹ 张树义^{1, 4*}

(1 中国科学院动物研究所, 北京, 100080) (2 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊, 666303)

(3 东北师范大学环境科学与工程系, 长春, 130024) (4 中国科学院广州生物医药与健康研究院, 广州, 510663)

摘要: 犬蝠和棕果蝠是西双版纳地区较为常见的两个果蝠物种, 大多数时间内它们同域分布, 共同利用当地许多野生果实。从2004年6月至12月, 我们采用拾遗法、粪便分析法以及种子萌发鉴定法并结合雾网采样对西双版纳地区这两种果蝠的食性进行了初步研究。结果发现犬蝠利用11科18种植物的果实, 2科2种植物的叶片; 而棕果蝠利用9科12种植物的果实, 1科1种植物的叶片。研究发现雨季(6~10月)两种果蝠食物类型在本地重叠程度较高, 它们共同利用的植物类型占记录植物类型总数的65%。在干旱季节(11~12月), 棕果蝠避开与犬蝠在食物方面的竞争而去别的地方开拓食物资源。

关键词: 犬蝠; 棕果蝠; 食性; 西双版纳

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000–1050 (2005) 04–0367–06

Diet of *Cynopterus sphinx* and *Rousettus leschenaulti* in Xishuangbanna

TANG Zhanhui^{1, 2, 3} SHENG Lianxi³ CAO Min^{2*} LIANG Bing¹ ZHANG Shuyi^{1, 4*}

(1 Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China)

(2 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Mengla, 666303, China)

(3 Department of Environmental Science and Engineering, Northeast Normal University, Changchun, 130024, China)

(4 Guangzhou Institute of Biomedicine and Health, the Chinese Academy of Sciences, 510663, China)

Abstract: *Cynopterus sphinx* and *Rousettus leschenaulti* are two species of abundant and widely distributed pteropodid bats in Xishuangbanna, Southwest China. Both are frugivorous and frequently found coexisting in the same areas. Diet of *C. sphinx* and *R. leschenaulti* were studied from the beginning of June, 2004 to the end of December, 2004 in Xishuangbanna using field survey, gleaning, feces analysing and seed germination. We also used mist net to catch bats around their feeding roosts in order to identify species of bats and obtain fecal samples to identify food item they fed on. We found fruits of 18 plant species of 11 families and leaves of 2 plant species of 2 families were used by *C. sphinx* and fruits of 12 plant species of 9 families and leaf of 1 plant species of 1 families were used by *R. leschenaulti*. They mainly fed on fruits and only leaves of 2 plant species were found. These two species were sympatric and dietary overlap between them was relatively high in rain season (June–October), and 65% of the plant species recorded were used by these two species of bats in this season. In dry season (November–December), *R. leschenaulti* exploited food resources in other areas to avoid to compete with *C. sphinx* as quantity and species of food decreased.

Key words: *Cynopterus sphinx*; diet; *Rousettus leschenaulti*; Xishuangbanna

果蝠主要分布在热带和亚热带, 包括新大陆的叶口蝠科 (Phyllostomidae) 和旧大陆的狐蝠科 (Pteropodidae) (Marshall, 1985)。它们中的许多物种几乎专一地以果实为食物, 也有一些物种取食花蜜和花粉 (Fleming, 1993; Richards, 1995; Tan *et al.*, 1998)。由于果蝠主要以野生果实为食物, 所以它们生存的地方一般具有稳定的食物资源。在自然状态下, 果蝠的取食范围和食物组成在很大程度上被

植物季节性的开花和结果所影响 (Lim, 1966)。Marshall (1983) 认为果蝠既不是真正的泛食性 (generalists), 也不是真正的专食性动物 (specialists), 而是时间序列上的专食性动物 (sequential specialists), 也就是在某个季节提供的潜在的食物资源中喜欢一种或几种植物资源。

我国自然分布的果蝠均属于狐蝠科, 共有6属11种 (王应祥, 2003), 主要分布在我国华南地区,

基金项目: 中国科学院西双版纳热带植物园热带雨林生态系统研究与管理开放实验室和国家自然科学基金委重点项目 (30430120) 资助

作者简介: 唐占辉 (1980–), 男, 博士研究生, 从事动物生态学研究。E-mail: tangzh789@nenu.edu.cn

收稿日期: 2005–01–07; 修回日期: 2005–06–27

* 通讯作者, correspondence author, E-mail: zhangsy@ioz.ac.cn; caom@public.km.yn.cn

© 1994–2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

包括海南、福建、广东、广西、云南、西藏等地 (Cox *et al.*, 1991; 徐龙辉等, 1983; 张荣祖, 1997; 汪松, 1998; 王应祥, 2003; 吴毅等, 2003)。我国有关哺乳动物食性方面的研究主要集中在啮齿类 (rodent) (王桂明等, 1992; 王权业等, 2002)、鹿 (deer) (郑生武等, 1989; 陈化鹏和萧前柱, 1989; 宋延龄和李善元, 1992)、黄羊 (*Procapra gutturosa*) (高中信等, 1995)、紫貂 (*Martes zibellina*) (徐利等, 1996) 和大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) (周材权等, 1999) 等动物。西双版纳是我国果蝠分布较集中的地区, 而犬蝠 (*Cynopterus sphinx*) 和棕果蝠 (*Rousettus leschenaulti*) 是这个地区最常见的两个物种, 但目前仅见 1 篇文献报道犬蝠对小果野芭蕉的取食 (唐占辉等, 2005)。关于果蝠食性的报道非常缺乏, 本研究通过选取常见的两个物种做研究, 填补这个空白。由于果蝠在取食果实时可能传播大量的种子, 在森林生态系统中它们可能作为重要的种子传播者。我们在 2004 年 6 月至 12 月, 通过收集两种果蝠食物残渣、粪便和种子萌发实验研究了

这两种果蝠的食性以及它们食物资源的时间镶嵌格局; 这对于保护果蝠的栖息环境有重要意义。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点

研究地点选在西双版纳勐仑自然保护区内 (21°53′~21°58′N, 101°12′~101°16′E), 海拔 550~600 m, 气候为干湿季明显的季风气候, 年降雨量 1 560 mm, 相对湿度 84%, 年均温 21.4℃。研究地点为热带季节性雨林植被, 乔木树种主要有番龙眼 (*Pometia tomentosa*)、红光树 (*Knema furfuracea*)、狭叶红光树 (*Knema cinerea*)、阔叶蒲桃 (*Syzygium latilimbium*); 灌木以茜草科植物粗叶木 (*Lasianthus* spp.) 等为常见; 草本有冬叶 (*Phrynium capitatum*)、山姜 (*Alpinia* spp.)、长叶实蕨 (*Bolbites heterodita*) 等。研究地点的详细状况见 Cao 和 Zhang (1997) 的研究。我们选取了 6 个果蝠栖息地作为取样点, 它们的大致概况见表 1。

表 1 各取样点概况
Table 1 Characteristics of 6 sampling sites

样点 Site	地理坐标 Location	概况 Characteristics
1	21°53.948' (N), 101°16.578' (E)	植被覆盖 60%, 靠近罗梭江边 Near LuoSuo River, vegetation coverage 60%
2	21°55.539' (N), 101°16.729' (E)	接近石灰岩山, 植被保存较好, 覆盖度 75% Near limestone mountain, little disturbed landscape, vegetation coverage 75%
3	21°55.200' (N), 101°16.060' (E)	植被覆盖度 50% Vegetation coverage 50%
4	21°55.182' (N), 101°16.551' (E)	位于沟谷雨林里, 基本无人为干扰 Within valley rainforest, little disturbed
5	21°58.021' (N), 101°12.645' (E)	勐仑镇西 2 km, 路边, 农林交错带 2 km west of Menglun town, roadside, agriculture- forest joint zone
6	21°57.366' (N), 101°13.099' (E)	勐仑镇西 3 km, 森林边缘地带 3 km west of Menglun town, margin of forest

1.2 食性组成取样方法

1.2.1 果蝠栖息地食物残渣及粪便的取样

首先利用雾网在果蝠的 6 个栖息地捕获果蝠个体并鉴定种类, 而后在其栖息地 (即取样点) 下面 (有郁闭树冠的乔木下面) 均匀放置 3 个 1 m×1 m 的遮荫网收集果蝠吃剩及吐出的残渣和粪便样品。每晚 19: 00 放置, 第二天 06: 00 检查。对各个栖息地每月分别调查 10 次 (每个星期调查 2~3 次)。将收集到的果实残渣、叶子、粪便、种子等带回实验室并分析果蝠食物成分。果实残渣、叶子和种子直接从形态、颜色、味道等特征来鉴别。带有种子

的粪便先将其用水冲洗, 冲洗后对干净的种子结合粪便的颜色判定其种类。分析之前做出一份当地植物果实、种子、叶片等形态列表以便比较。对于果蝠粪便样品里和食物残渣中无法识别的种子, 用镊子小心地挑出, 放在具有浸湿滤纸且经过灭菌的培养皿中, 人工气候箱 (12 h: 12 h 光照、28℃) 萌发成幼苗鉴别其种类。

1.2.2 雾网捕获的果蝠个体粪便的取样

放遮荫网收集样品的同时, 在取样点周围利用雾网捕获果蝠 (雾网布设原则: 将雾网 (12 m×2.5 m, 网孔为 34 mm) 用竹竿撑开, 使网的松紧程

度适中, 距离地面高 2.5 m。19: 00 放网, 24: 00 收网。将捕获的果蝠放在干净的棉布口袋里 1 h, 并详细记录果蝠种类、捕获时间等数据, 待其排出粪便后释放。通过粪便分析食物组成, 从粪便中辨认所取食的植物类型; 辨认不出的种子经过萌发成幼苗后鉴别。研究期间共捕获犬蝠 56 只, 棕果蝠 36 只。

2 结果

2.1 犬蝠和棕果蝠的食物组成

研究期间, 共记录到 12 科 20 种植物。其中犬蝠利用 11 科 18 种植物的果实, 2 科 2 种植物的叶片; 棕果蝠利用 9 科 12 种植物的果实, 1 科 1 种植物的叶片。它们主要取食野生植物的果实, 其中桑科 (Moraceae) 和无患子科 (Sapindaceae) 被犬蝠利用的物种数分别为 6 种和 4 种, 占其食物种类的 30% 和 20%; 被棕果蝠利用的物种数均为 3 种, 各占其食物种类的 23%。随着不同果实的果期变化, 两种果蝠各自调整着自己的取食范围 (表 2)。

表 2 西双版纳犬蝠和棕果蝠所利用的植物 (* 表示取食)
Table 2 The plant exploited by *Cynopterus sphinx* and *Rousettus leschenaulti* in Xishuangbanna (* indicating that on which fruit bats fed)

科 Family	种 Species	取食部位 Plant part	犬蝠 <i>Cynopterus sphinx</i>	棕果蝠 <i>Rousettus leschenaulti</i>
漆树科 Anacardiaceae	芒果 <i>Mangifera indica</i>	果实 Fruit	*	*
大戟科 Euphorbiaceae	浆果乌桕 <i>Sapium baccatum</i>	果实 Fruit	*	
桑科 Moraceae	对叶榕 <i>Ficus hispida</i>	果实 Fruit	*	*
	聚果榕 <i>Ficus racemosa</i>	果实 Fruit	*	*
	厚皮榕 <i>Ficus callosa</i>	果实 Fruit	*	
	斜叶榕 <i>Ficus tinctoria</i>	果实 Fruit	*	*
	水同木 <i>Ficus fistulosa</i>	果实 Fruit	*	
	环纹榕 <i>Ficus annulata</i>	果实 Fruit	*	
	番石榴 <i>Psidium guajava</i>	果实 Fruit	*	*
桃金娘科 Myrtaceae				
蔷薇科 Rosaceae	大果臀果木 <i>Pygeum latifolium</i>	果实 Fruit	*	
无患子科 Sapindaceae	红毛丹 <i>Nephelium lappaceum</i>	果实 Fruit	*	*
	荔枝 <i>Litchi chinensis</i>	果实 Fruit	*	*
	龙眼 <i>Dimocarpus longan</i>	果实 Fruit	*	*
	毛瓣无患子 <i>Sapindus rarak</i>	叶片 Leave	*	
山榄科 Sapotaceae	人心果 <i>Manilkara zapota</i>	果实 Fruit	*	*
芭蕉科 Musaceae	小果野芭蕉 <i>Musa acuminata</i>	果实 Fruit	*	*
茜草科 Rubiaceae	团花树 <i>Anthocephalus chinensis</i>	果实 Fruit	*	*
红树科 Rhizophoraceae	山红树 <i>Pellacalyx yunnanensis</i>	果实 Fruit	*	
柿树科 Eberaceae	黑皮柿 <i>Diospyros nigrocart</i>	果实 Fruit	*	*
樟科 Lauraceae	紫叶琼楠 <i>Beilschmiedia purpurascens</i>	叶片 Leave	*	*
总计 Total	12 科 20 种 12 families 20 species			

2.2 两种果蝠食物资源的季节性

我们所收集的果蝠粪便和残渣中出现频率最高的是聚果榕 (*Ficus racemosa*)。这个物种一年结果 5~6 次, 每次间隔 8~9 个星期, 果期至少持续 2~3 个星期, 而且这个物种与其他野生果实的果期相互连接、重叠在一起。对叶榕 (*Ficus hispida*) 也是这两种果蝠的重要食物来源, 它与聚果榕的果期重叠较大 (表 3)。但两种果蝠在不同季节食物类型有较大的差异:

在雨季 (6~10 月), 两种果蝠主要取食野生果实, 还取食一些经济水果如荔枝 (*Litchi chinensis*)、龙眼 (*Dimocarpus longan*)、红毛丹 (*Nephelium lappaceum*)、芒果 (*Mangifera indica*), 但与野生果实

相比, 其数量很少。这个季节里, 两种果蝠共同利用的食物资源达到 13 种 (表 3)。

在旱季 (11~12 月), 食物种类和资源量有所下降, 研究期间仅在 11 月初捕获到 1 只棕果蝠, 但捕获了 21 只犬蝠。它们除了取食全年结果的野生果实, 如聚果榕、对叶榕等外, 也取食大果臀果木 (*Pygeum latifolium*)、黑皮柿 (*Diospyros nigrocart*)、小果野芭蕉 (*Musa acuminata*) 和团花树 (*Anthocephalus chinensis*)。这些植物的果期延续时间较长, 果实产量也较高。浆果乌桕 (*Sapium baccatum*)、人心果 (*Manilkara zapota*)、山红树 (*Pellacalyx yunnanensis*) 果期较短, 但果实成熟时犬蝠也大量取食。

表 3 不同月份西双版纳犬蝠和棕果蝠食用植物的种类“+”表示观察到取食,“-”表示没有观察到,月份后面的括号中为捕获果蝠的样本数
Table 3 Feeding seasonality of *Cynopterus sphinx* and *Rousettus leschenaulti* on different species of plants. “+” indicating that plant was used;
“-” indicating that plant was not used. Parentheses enclose sample sizes

物种 Species	部位 Parts eaten	犬蝠 <i>Cynopterus sphinx</i>								棕果蝠 <i>Rousettus leschenaulti</i>							
		6(7)	7(8)	8(6)	9(9)	10(5)	11(12)	12(9)	6(12)	7(8)	8(5)	9(3)	10(7)	11(1)	12(0)		
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
芒果 <i>Mangifera indica</i>	果实 Fruit	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-		
浆果乌柏 <i>Sapium baccatum</i>	果实 Fruit	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
对叶榕 <i>Ficus hispida</i>	果实 Fruit	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-		
聚果榕 <i>Ficus racemosa</i>	果实 Fruit	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		
厚皮榕 <i>Ficus callosa</i>	果实 Fruit	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
斜叶榕 <i>Ficus tinctoria</i>	果实 Fruit	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-		
水同木 <i>Ficus fistulosa</i>	果实 Fruit	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
环纹榕 <i>Ficus annulata</i>	果实 Fruit	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
番石榴 <i>Psidium guajava</i>	果实 Fruit	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-		
大果臀果木 <i>Pygeum latifolium</i>	果实 Fruit	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-		
红毛丹 <i>Nephelium lappaceum</i>	果实 Fruit	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
荔枝 <i>Litchi chinensis</i>	果实 Fruit	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
龙眼 <i>Dimocarpus longan</i>	果实 Fruit	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
毛瓣无患子 <i>Sapindus rarak</i>	叶片 Leave	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-		
人心果 <i>Manilkara zapota</i>	果实 Fruit	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		
小果野芭蕉 <i>Musa acuminata</i>	果实 Fruit	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-		
团花树 <i>Anthocephalus chinensis</i>	果实 Fruit	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-		
山红树 <i>Pellacalyx yunnanensis</i>	果实 Fruit	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
黑皮柿 <i>Diospyros nigra</i>	果实 Fruit	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-		
紫叶琼楠 <i>Balshmiedia purpurascens</i>	叶片 Leave	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-		

3 讨论

13种植物，这些植物包括野生的，也有栽培的经济植物（如荔枝，龙眼等）。犬蝠更偏爱榕属（*Ficus* spp.）植物的果实，特别对于全年结实的聚果

本研究发现犬蝠利用 20 种植物，棕果蝠利用

榕。桑科榕属的植物果期长, 果期在一年中有好几次, 并且各个物种的果期彼此衔接和镶嵌, 成为两种果蝠稳定的食物来源 (表 2)。其它科的植物果期也是彼此衔接和镶嵌, 为两种果蝠食物选择提供了一个广阔的空间。野生果实是两种果蝠利用的主要食物类型, 一般来说, 它们含有较为丰富的糖份 (Mattson, 1980; Herrera, 1987; Martinez and Restrepo, 1993; Corlett, 1996; Ruby *et al.*, 2000), 为果蝠提供了大量的能量, 特别是在每晚开始取食的时候。由于果蝠活动需要相当的能量维持, 而且经过了白天在栖息地一整天的消耗, 因此它们十分偏爱糖份含量高的果实 (Elangovan *et al.*, 2001)。在亚洲、非洲和澳大利亚的热带和亚热带地区, 有 30 多个榕属物种的果实被狐蝠科的不同果蝠物种取食 (Wickler and Seibt, 1976; Bradbury, 1977; Marshall and McWilliam, 1982; Thomas, 1984; Fujita, 1991)。同样, 新大陆热带地区的叶口蝠科的果蝠也大量取食榕属物种的果实 (Morrison, 1978)。大量研究已经证实, 榕属物种的果实是果蝠食物的主要组成部分 (Bhat, 1994), 我们的研究结果与这个结论一致。

另外, 犬蝠还以毛瓣无患子 (*Sapindus rarak*) 和紫叶琼楠 (*Beilschmiedia purpurascens*) 的叶片为食物, 棕果蝠也以紫叶琼楠的叶片为食物。在这些植物生长的地方, 经常有大量经过咀嚼的叶片, 形状椭圆或近似圆形。Bhat (1994) 和 Balasubramanian (1988) 发现腊肠树 (*Cassia fistula*) 和辣木 (*Moringa oleifera*) 也被犬蝠取食。虽然这两个物种在本地区也存在, 但我们没有发现犬蝠取食这两种植物的叶子, 这可能是由于毛瓣无患子、紫叶琼楠较这两种植物在研究地点较为常见的缘故。果蝠取食植物叶片可能是弥补能量与营养的特殊策略。许多植物的叶片蛋白含量较高 (Ruby *et al.*, 2000), 两种果蝠通过咀嚼把叶片中蛋白丰富、可溶的液体部分吞下, 其余含大量纤维成分的部分被吐出。这个特殊的取食策略被认为是一种更有效的获取氮元素的方式 (Thomas, 1984; Kunz and Ingalls, 1994)。两种果蝠对果实和叶片的取食在时间上存在明显的差异, 前半夜主要是取食果实, 后半夜才摄取植物叶片。这个结果符合如下假说: 由于果实相对于叶片在时空分配上是属于有限的资源, 果蝠在开始取食的时候首先去取食这些食物资源, 然后再转向丰富的叶子资源 (Fleming, 1979; Elangovan *et al.*, 1999)。这个取食策略很好地满足了它们对能量和

蛋白的需求, 特别是在哺乳期间 (Ruby *et al.*, 2000)。在西双版纳热带森林中, 不同树种果期在时空上合理的镶嵌为果蝠提供了相对稳定和丰富的食物资源。有些树种是全年不断地结果, 如桑科榕属中的许多物种; 而其它一些则是具有一定的果期。这样, 对于果蝠来说, 既有选择的余地, 又有常年稳定的食物资源。

在雨季 (6~10月), 可以同时捕获到两种果蝠。它们所利用的食物有 13 种相同, 占总记录食物类型的 65%。雨季野生果实种类数量都很高, 为两种果蝠提供了充足而丰富的食物资源, 它们共同利用所记录的大多数植物类型。然而, 在旱季 (11~12月), 仅在 11 月份偶然发现棕果蝠利用聚果榕作为食物, 12 月份没有发现棕果蝠在本地区活动; 而犬蝠在旱季仍然在本研究地区常见, 说明犬蝠较棕果蝠来说是一种领域行为较强的果蝠。在旱季, 食物资源种类有所下降, 但可供犬蝠取食的资源量仍然很高, 例如, 小果野芭蕉、聚果榕、大果臀果木等果实, 犬蝠会大量地取食这些资源。棕果蝠在这个季节避开和犬蝠在食物资源方面的竞争, 而去其他地方开辟新的资源, 可能是它们避免种间竞争的有效策略。

也有学者发现, 犬蝠取食某些植物的花蜜 (Marshall, 1985), 但本研究还没有发现它们取食花蜜的证据, 同样也没有发现棕果蝠取食花蜜。

参考文献:

- Balasubramanian P. 1988. Short nosed fruit bat [*Cynopterus sphinx* (Vahl)] feeding on the leaves of *Cassia fistula* at point calimere wild life sanctuary. *J Bombay Nat Hist Soc*, **85**: 183.
- Bhat H R. 1994. Observations on the food and feeding behavior of *Cynopterus sphinx* Vahl (Chiroptera, Pteropodidae) at Pune, India. *Mammalia*, **58** (3): 363–370.
- Bradbury J W. 1977. Lek mating behavior in the hammer headed bat. *Z Tierpsychol*, **45**: 225–255.
- Cao M, Zhang J H. 1997. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China. *Biodiversity and Conservation*, **6**: 995–1006.
- Corlett R T. 1996. Characteristics of vertebrate dispersed fruits in Hong Kong. *Journal of Tropical Ecology*, **12**: 819–833.
- Cox P A, Elmquist T, Pierson E D, Rainey W E. 1991. Flying foxes as strong interactors in South Pacific Island Ecosystems: A Conservation Hypothesis. *Conservation Biology*, **5**: 448–454.
- Elangovan V, Marimuthu G, Kunz T H. 2001. Temporal patterns of resource use by the short nosed fruit bat, *Cynopterus Sphinx* (Megachiroptera: Pteropodidae). *Journal of Mammalogy*, **82** (1): 161–165.
- Elangovan V, Marimuthu G, Kunz T H. 1999. Temporal patterns of individ

- ual and group foraging behavior in the short nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*, in south India. *Journal of Tropical Ecology*, **15**: 681–687.
- Fleming T H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist*, **19**: 1157–1172.
- Fleming T H. 1993. Plant visiting bats. *American Scientist*, **81**: 460–467.
- Fujita M S. 1991. Flying fox (Chiroptera: Pteropodidae), pollination, seed dispersal and economic importance: A tabular summary of current knowledge. Bat conservation international inc. Resource Publication, No 2, Austin, Texas 78716, 62.
- Herrera C M. 1987. Vertebrate dispersed plants of the Iberian Peninsula, a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs*, **57**: 305–331.
- Kunz T H, Ingalls K A. 1994. Folivory in bats: an adaptation derived from frugivory. *Functional Ecology*, **8**: 65–668.
- Lim B L. 1966. Abundance and distribution of Malaysian bats in different ecological habitats. *Federation Museums Journal*, **11**: 61–76.
- Marshall A G, McWilliam A N. 1982. Ecological observations on epomorphine fruit bats (Megachiroptera) in West African savanna woodland. *J Zool, Lond*, **198**: 53–67.
- Marshall A G. 1983. Bats, flowers and fruits: evolutionary relationships in the Old World. *Biological Journal of Linnean Society*, **20**: 115–135.
- Marshall A G. 1985. Old world phytophagous bat (Megachiroptera) and their food plant: a survey. *Zoology of Linnean Society*, **83**: 351–369.
- Martinez Del Rio C, Restrepo C. 1993. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. *Vegetatio*, **107**: 205–216.
- Mattson W J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **11**: 119–161.
- Morrison D W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology*, **59**: 716–723.
- Richards G C. 1995. A review of ecological interactions of fruit bats in Australian ecosystems. *Symposia of the Zoological Society of London*, **67**: 79–96.
- Ruby J, Nathyan P T, Balasingh J, Kunz T H. 2000. Chemical composition of fruits and leaves eaten by the short nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. *Journal of Chemical Ecology*, **26**: 2825–2841.
- Tan K H, Zubaid A, Kunz T H. 1998. Food habits of *Cynopterus brachyotis* (Müller) (Chiroptera: Pteropodidae) in peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, **14**: 299–307.
- Thomas D W. 1984. Fruit intake and energy budgets of frugivorous bats. *Physiological Zoology*, **57**: 457–467.
- Wickler W, Seibt U. 1976. Field studies on the African fruit bat *Epomophorus wahlbergi* (Sundevall), with special reference to male calling. *Z Tierpsychol*, **40**: 345–376.
- 陈化鹏, 萧前柱. 1989. 带岭林区马鹿冬季食性研究. 兽类学报, **9** (1): 8–15.
- 高中信, 金昆, 马建章, 陈华豪. 1995. 呼伦贝尔草原黄羊冬季食性的研究. 兽类学报, **15** (3): 203–208.
- 唐占辉, 曹敏, 盛连喜, 梁冰, 张树义. 2005. 犬蝠对小果野芭蕉的取食及种子传播. 动物学报, **51** (4): 608–615.
- 汪松. 1998. 中国濒危动物红皮书——兽类. 北京: 科学出版社, 9.
- 王桂明, 周庆强, 钟文勤, 王广和. 1992. 布氏田鼠 (*Microtus brandti*) 的食性. 兽类学报, **12** (1): 57–64.
- 王权业, 张堰铭, 魏万红, 边疆晖. 2000. 高原鼯鼠食性的研究. 兽类学报, **20** (3): 193–199.
- 王应祥. 2003. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 北京: 中国林业出版社, 27–29.
- 吴毅, 江海声, 彭洪元, 李仕宁, 王文毅. 2003. 吊罗山保护区哺乳动物物种多样性初步研究. 广州大学学报 (自然科学版), **2**: 505–511.
- 徐利, 姜兆文, 马逸清, 金爱莲. 1996. 紫貂冬季食性的分析. 兽类学报, **16** (4): 272–277.
- 徐龙辉, 刘振河, 余斯绵. 1983. 海南岛的鸟兽. 北京: 科学出版社.
- 张荣祖. 1997. 中国哺乳动物分布. 北京: 中国林业出版社.
- 郑生武, 吴家炎, 韩亦平. 1989. 白唇鹿食性与繁殖的初步观察. 兽类学报, **9** (2): 123–129.
- 周材权, 任丽平, 胡锦涛. 1999. 马边大风顶自然保护区大熊猫食性与微量元素的关系. 兽类学报, **19** (4): 247–253.
- 宋延龄, 李善元. 1992. 海南坡鹿 (*Cervus edd hainanus*) 的食性研究. 兽类学报, **12** (4): 248–254.