

# 杂色山雀繁殖期与非繁殖期食物组成及利用

蔡 玥 李东来 李其久 万冬梅\*

辽宁大学生命科学院 辽宁省动物资源与疾病防治重点实验室 沈阳 110036

**摘要:** 食物是动物能量和营养的来源,而可利用的食物资源是赖以生存的基础。研究鸟类不同时期的食物选择和利用对于了解该物种取食行为的可塑性和生态适应性将具有重要意义。本文于2012年4月至2013年10月,通过取食行为观察、育雏分析和投食实验来研究杂色山雀(*Parus varius*)繁殖期与非繁殖的食物组成及利用的差别。整个研究中观察距离一般在0.5~5.0 m之间,同时辅助于一些食物残骸进行鉴定,动物性食物鉴定到目。研究结果表明,杂色山雀繁殖期与非繁殖期取食的食物存在显著差别。(1)繁殖期完全取食动物性食物,成鸟取食和育雏的食物存在较大的区别,成鸟取食的食物主要为鳞翅目(42.31%)、蜘蛛目(27.56%)、鞘翅目、双翅目以及少量的直翅目、半翅目和膜翅目动物;育雏的食物主要为鳞翅目幼虫(67.86%),其次为蜘蛛(11.83%)、鳞翅目成虫、膜翅目幼虫、鞘翅目幼虫和少量直翅目昆虫;(2)非繁殖期自然状态下主要取食植物性食物,兼食少量昆虫,杂色山雀对于浆果(22.12%)的利用率要高于植物种子(21.17%);(3)非繁殖期对于人为提供的16种潜在食物资源的取食选择也证明杂色山雀对浆果类食物具有较明显的偏爱。杂色山雀不同时期的食物组成存在一定的差异性,而这种食性的可塑性很大程度取决于食物供给和能量需求的季节性变化。

**关键词:** 杂色山雀; 食物利用; 繁殖期; 非繁殖期

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2014)06-811-09

## The Food Composition and Utilization of Varied Tit, *Parus varius* in Breeding and Non-breeding Season

CAI Yue LI Dong-Lai LI Qi-Jiu WAN Dong-Mei\*

Key Laboratory of Animal Resource and Epidemic Disease Prevention, Department of Life Sciences, Liaoning University, Liaoning Province, Shenyang 110036, China

**Abstract:** Food is the resource of energy and nutrient for all animals and it affects animal survivals in the nature. Food selection and utilization of birds in breeding and non-breeding period is very importance in understanding their plasticity and ecological adaptability in their feeding behavior. In this study, we observed the food consume of Varied Tit (*Parus varius*) to investigate whether there is any difference in their food composition and preference in breeding and non-breeding season from April 2012 to October 2013. We observed the food items of the birds taken directly in the site at 0.5 - 5.0 m in distance and recorded the checking diet by video recording inside the nests in breeding season. In addition, we also checked the droppings of food to

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 31071927,31301888);

\* 通讯作者, E-mail: wandongmei@lnu.edu.cn;

第一作者介绍 蔡玥,女,硕士研究生;研究方向:鸟类学;E-mail: cy2012rebecca@163.com。

收稿日期: 2014-03-17, 修回日期: 2014-05-15

identify food items both in site and in nest boxes. Each insect taken by the birds was identified to Order, at least. A significant difference in food items between breeding and non-breeding season was detected ( $P < 0.001$ ). Varied Tit ate arthropods only in the breeding season, however, the food items taken by adults and chicks were significantly difference ( $P < 0.001$ ). Adults mainly ate Lepidoptera (42.31%), spiders (27.56%) and Coleoptera (Table 1), and they also consumed a small amount of Orthoptera, Hemiptera and Hymenoptera; while chicks ate Lepidoptera larvae (67.86%), followed by spiders (11.83%), Lepidoptera imago, Hymenoptera larvae, Coleoptera larvae, and a small amounts of Orthoptera (Table 2). In non-breeding season the birds naturally fed on a wealth of vegetation including 22.12% of berries, 21.17% plant seed and a small amount of arthropods (Table 1). Varied Tit also selected a high proportion of berries when 16 kinds of potential food including berries and plant seeds were provided in non-breeding season at the site (Table 3). The results of this study may indicate that the diet plasticity of the Varied Tit between breeding and non-breeding season was due to the seasonal changes in the food availability and energy consideration in the food items.

**Key words:** *Parus varius*; Diet; Breeding; Non-breeding

食物是动物获取营养和能量的来源,也是维持动物生存和繁衍的重要物质基础。作为一类能量需求极高的恒温动物,鸟类对食物的选择和利用更为严格,对其不同时期的食物利用及取食策略选择的研究一直是动物生态学和行为学的研究热点。以往研究中发现食物会随着时间发生一定的变化,如蓝山雀(*Cyanistes caeruleus*)在一定栖息地范围内,其繁殖期食物中蜘蛛目的含量变化较小(Naef-Daenzer et al. 2000, Arnold et al. 2007),但是鳞翅目取食量会发生很大变化(van Noordwijk et al. 1995, Arnold et al. 2010)。除了食物量会变化,取食策略也会发生改变,对杂色山雀(*Parus varius*)的研究发现,其在取食的食物大小上存在明显的季节变化,非繁殖期其倾向于取食个体较大的食物(Urata et al. 2003),而繁殖期则主要取食个体较小的食物(Mizutani et al. 2002)。鸟类的取食选择主要是追求能量收益的最大化和营养元素的平衡(路纪琪等 2004),同时各个时期的食物可获得性及其季节变化对食物的利用也具有明显的影响。对于不具有迁徙习性的留鸟,特别是在高纬度地区越冬的类群,如何调整其食物选择的可塑性并合理利用这些季节性变化的食物资源的机制尚不清楚。

杂色山雀属雀形目山雀科,是一种典型的杂食性留鸟。其主要分布于东北亚高纬度地

区,属于狭域分布的物种(郑光美 2005),全球现有 8 个亚种,主要分布于日本岛屿、朝鲜半岛南部和中国(Harrap et al. 1995),在我国主要见于辽宁东部山区(万冬梅等 2008)。本实验室曾对杂色山雀的食性进行过初步观察(金春日等 2007),但其不同繁殖阶段的食物组成及其变化尚不清楚。了解繁殖期与非繁殖的食物利用及差别,对于了解该鸟种食性的可塑性及取食策略的选择具有重要的科学意义。本文采取取食行为观察、育雏期食物分析等方法,对杂色山雀繁殖与非繁殖期的食物利用进行了研究,同时,在冬季开展投食实验,来进一步研究非繁殖杂色山雀对重要潜在食物资源的选择性。

## 1 研究区概况

辽宁省仙人洞国家级自然保护区位于辽东半岛大连市庄河境内的北部山区,南面濒临黄海,属于黄海北岸的低山丘陵;北面靠千山,属于千山余脉南端。地理坐标为  $39^{\circ}54'00'' \sim 40^{\circ}03'00''N$ ,  $122^{\circ}53'24'' \sim 123^{\circ}03'30''E$ ,海拔 200 ~ 600 m,总面积 3 574.7  $hm^2$ ,其中核心区 780.7  $hm^2$ 、缓冲区 876.2  $hm^2$ 、实验区 1 917.8  $hm^2$ 。保护区属暖温带湿润季风气候区,因庄河市濒临黄海,夏季受海洋性季风影响,多为东南风,冬季多为西北风。四季温

和,雨热同季,光照和降雨集中,并具有一定的海洋性气候特点(王鹏等 2002)。

保护区森林茂密,形成小气候环境,年降雨量为 1 000 mm 左右,处于长白植物区系和华北植物区系的交错地带,它的植物区系表现出物种丰富、地理成分复杂(张晓明等 2013)和植物区系过度明显的特点,共有维管束植物 108 科 399 属 831 种。植被类型主要有赤松(*Pinus densiflora*)林、蒙古栎(*Quercus mongolica*)林、人工红松(*P. koraiensis*)林、灌丛等。保护区地处古北界的东北区和华北区的两大动物区系结合部,区内也有种类繁多的野生动物,共有兽类资源 38 种,鸟类资源 278 种,鱼类资源 32 种,爬行类动物资源 16 种,两栖类动物资源 11 种,昆虫资源 1 500 多种(王鹏等 2002)。

## 2 研究方法

2012 及 2013 年的 3~6 月和 9~11 月,分别采用取食行为观察和巢箱视频录像方法对研究区内杂色山雀繁殖期与非繁殖期食物组成及育雏食物资源进行研究,并辅以投食实验检验杂色山雀在非繁殖的食物选择。

**2.1 取食行为观察** 繁殖期和非繁殖期均采用焦点动物取样法,在研究样区内随机选择可观察到的杂色山雀个体或群体,借助双筒望远镜(8×42 倍,BAK4,广州博冠光电科技股份有限公司)进行取食行为观察,一般观察者隐蔽于树上、山顶以及草丛中,观察距离为 0.5~5.0 m,为了保证取样随机性,每只个体每次连续记录不超过 30 min。记录觅食生境特点,对可以明显观测到食物特征的取食行为记录频次以及种类。同时也辅助了一些其他手段,如根据其食物残骸(杂色山雀很多时候并不把食物全部吃掉,常留有一些残骸)来帮助鉴别。该观察工作通常由 2 人合作完成,1 人负责观察口述,1 人负责记录,并随后在环境中找到该食物种类,之后通过对照保护区科考集、昆虫图鉴、专家咨询等方式鉴定到目。

**2.2 育雏视频录像方法** 采用巢箱内架设针

孔录像机的方法,将 W90-Q5 迷你自动录像机镶嵌于一个透明的塑料硬壳中,固定于巢箱的顶部,整个录像过程除了录像机自身提供电源以外,有外接移动电源进行供电,一般供电时间可达 7 h 左右。对杂色山雀育雏前期(1~5 日龄)、中期(6~10 日龄)、后期(11~出飞日龄)的育雏食物资源进行研究。选择 7:00~12:00 时,平均每次录像时间 4.5 h。整个录像过程沿用本实验室之前对巢行为研究的方法,该方法对巢行为无显著影响(李静等 2012)。实验结束后,通过视频回放鉴定成鸟育雏的食物种类和数量。

**2.3 食物选择实验** 依据非繁殖期观察记录到的食物种类以及可采集到的潜在食物资源,设计杂色山雀的投食实验。在非繁殖期共获取 16 种潜在食物资源,在杂色山雀活动的区域内随机选 4 个投食点,每次每个投食点放置 16 种食物各 5 枚,散开放置于固定投放点,要保证食物与食物之间不能重叠,平均每个取食点进行 5 次重复实验,共进行 20 次实验,共投放 1 600 枚食物。实验过程中隐蔽在距离投食点 5.0~8.0 m 的地方进行观察,记录杂色山雀的取食种类以及取食先后次序,并配合针孔摄像机同步录像。

依据有关工具书、同时询问保护区具有 30 年经验的工作人员以及植物分类相关专业人员进行植物种类的鉴定。

**2.4 统计分析** 使用 Chi-square 检验对频率和比例数据进行比较,所有统计检验为双尾性,显著标准设定为  $P < 0.05$ 。统计分析在 SPSS 16.0 软件中完成。

## 3 结果

**3.1 繁殖期与非繁殖期食物组成** 繁殖期共进行了 40 d 的取食行为观察,累积观察时间为 22 h,观察到 33 只次杂色山雀,觅食总次数为 156 次。非繁殖期进行了 30 d 的取食行为观察,累积观察时间为 18 h,观察到杂色山雀 28 只,觅食总次数为 405 次。

繁殖期杂色山雀食物组成包括昆虫纲和蛛

形纲两类动物，主要是在枯树干、树枝上啄取昆虫幼虫，在叶片上取食鞘翅目、半翅目等成虫以及一些小型蜘蛛，靠近崖壁的苔藓附近以及空中捕食膜翅目、双翅目以及鳞翅目成体昆虫，这些食物的取食比例都较高 (>10%)。非

繁殖期主要在树上、树根部以及草丛中觅食浆果(22.12%)和植物种子(21.17%)，同时还会啄取树枝上的鳞翅目和直翅目昆虫(表1)。

杂色山雀繁殖期与非繁殖期的食物组成存在明显的差别( $\chi^2 = 406.766, df = 1, P < 0.001$ ),

表 1 杂色山雀繁殖期与非繁殖期食物组成及频数比较

Table 1 Frequency of food items of *Parus varius* in breeding and non-breeding seasons

食物种类 Food species		繁殖期 Breeding		非繁殖期 Non-breeding		
		被观察次数 Observed frequency	百分比(%) Percentage	被观察次数 Observed frequency	百分比(%) Percentage	
动物性食物 Animal food	直翅目 Orthoptera	3	1.92	1	0.24	
	鳞翅目幼虫 Lepidoptera larvae	44	28.21	20	4.71	
	鳞翅目成虫 Lepidoptera	22	14.10	5	1.18	
	鞘翅目幼虫 Coleoptera larvae	19	12.18	0	0.00	
	鞘翅目成虫 Coleoptera	5	3.21	0	0.00	
	膜翅目成虫 Hymenoptera	1	0.64	0	0.00	
	双翅目成虫 Diptera	16	10.26	0	0.00	
	半翅目 Hemiptera	3	1.92	0	0.00	
	蜘蛛目 Araneae	43	27.56	0	0.00	
	植物性食物 Vegetable food	玉玲花 <i>Styrax obassia</i>	0	0.00	278*	65.41
		种子 Seeds				
赤松 <i>Pinus densiflora</i>		0	0.00	6	1.41	
野花椒 <i>Zanthoxylum simulans</i>		0	0.00	3	0.71	
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>		0	0.00	18	4.24	
三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>		0	0.00	25	5.88	
软枣猕猴桃 <i>Actinidia arguta</i>		0	0.00	5	1.18	
浆果 Berries						
灯台树 <i>Bothrocaryum controversum</i>		0	0.00	23	5.41	
水榆花楸 <i>Sorbus alnifolia</i>		0	0.00	39	9.18	
山里红 <i>Crataegus pinnatifida</i>	0	0.00	2	0.47		

\* 50.59% 的玉玲花种子被杂色山雀贮存。 \* 50.59% *Styrax obassia* seeds were cached food by *Parus varius*.

通过野外观察,繁殖期完全取食动物性食物,非繁殖期主要以植物性食物(93.88%)为主。后期的投食实验发现杂色山雀在非繁殖期还取食苘麻(*Abutilon theophrasti*)、月见草(*Oenothera biennis*)和菝葜(*Smilax china*)等植物种子或浆果。

**3.2 杂色山雀繁殖期的育雏食物组成** 2012~2013年共利用针孔录像机记录了10个巢(2012年5巢;2013年5巢)的育雏期行为,有效录制时间149.7h,记录到成鸟育雏1713次,其中,1615只次可鉴定出育雏的食物种类。育雏期的主要食物仍为动物性食物(100%),其中,以鳞翅目幼虫的比例最高(67.86%),其次为蜘蛛、鳞翅目成虫、膜翅目幼虫以及鞘翅目幼虫和少量直翅目昆虫。

将通过针孔录像得到的育雏期食物与野外直接观察得到的亲鸟取食食物相比较,得到杂色山雀育雏期的食物组成与成鸟取食的食物资源存在显著区别( $\chi^2 = 333.936$ ,  $df = 8$ ,  $P < 0.001$ ),其中,鳞翅目幼虫和膜翅目昆虫作为育雏食物被雏鸟食用的比例高于亲鸟取食的比例,其余食物种类均为育雏比例低于成鸟的取食比例(表2)。

**3.3 非繁殖期的食物选择** 共进行了20次投食实验,其中10次为有效实验,即有杂色山雀进行取食。杂色山雀每次只取食1枚食物,对食物具有明显的选择性( $\chi^2 = 114.83$ ,  $df = 15$ ,  $P < 0.001$ ),16种潜在食物中仅10种被取食,被取食食物占食物总投放量的9.13%;实验中共投放了10种植物种子、6种浆果,杂色山雀对浆果的利用率(14.33%)明显高于植物种子(6.00%),说明杂色山雀在非繁殖期喜食浆果类的食物;在浆果类食物中灯台树(*Bothrocaryum controversum*) (28.77%)和水榆花楸(*Sorbus alnifolia*) (20.55%)的取食率最高(表3)。

## 4 讨论

目前比较常用的鸟类食性研究方法有拴颈法、胃内容物鉴定法、排泄物(粪便、呕吐物以

及食丸)显微镜分析法。虽然这些方法都能较为准确的确定鸟类食物组成,但是由于拴颈法是应用于育雏期,过多的人为干扰会对鸟类繁育造成影响,同时会增加雏鸟死亡以及被天敌捕食的风险(郭宗明等2005);胃内容物鉴定法需要大量的死亡样本量,呕吐物检测对于小型鸟类致死率高(Carlisle et al. 2006),这些方法都会对鸟类会造成较大甚至严重伤害;而粪便以及食丸分析一般针对大型鸟类(董翠玲等2007)。基于以上各种鸟类食性研究方法的利弊分析,面对杂色山雀这样一个种群数量非常有限的物种,从物种保护的角度出发,不能采用常规的损伤性取样法来研究其食性,因此,我们的整个研究过程都采用对物种影响最小的野外观察法,借助于望远镜进行食物种类区分,在不损伤鸟类的情况下进行小型雀形目鸟类食物组成研究,但是这种方法本身也会受到观察距离、角度以及观察者影响,因此我们采取缩小观察距离、加长观察时间、扩宽观察区域、变化观察角度以及多人观察的方法,以此增加取食行为的观察次数,从而提高数据的准确性和完整性。

**4.1 繁殖期与非繁殖期食物组成差别** 杂色山雀在繁殖期和非繁殖期取食类型存在明显区别,繁殖期几乎均为昆虫纲和蛛形纲等动物性食物,而非繁殖期主要取食浆果和种子等植物性食物,其食物利用发生显著性变化的原因,一方面可能是与不同食物资源可获得性的季节变化有关,另一方面与不同时期的营养和能量需求有关。

在食物的季节性变化方面,春、夏季昆虫繁衍旺盛,而秋冬季由于气温变低,昆虫活动变少,动物性食物资源匮乏,而植物种子、浆果等较为丰富,因此对于大多数留鸟来说,繁殖期以动物性食物为主,非繁殖期则以植物性食物为主要食物。保护区内有1500多种昆虫(王鹏等2002),为杂色山雀提供了丰富的动物性食物资源,其在繁殖期主要取食鳞翅目、鞘翅目、膜翅目、蛛形纲等动物,非繁殖期随着昆虫等动物性食物资源的逐渐匮乏,保护区内

表 2 育雏期杂色山雀取食类型及频次  
Table 2 Food items and frequency taken by *Parus varius* in nesting stage

年份 Year	直翅目 Orthoptera		鳞翅目幼虫 Lepidoptera larvae		鳞翅目成虫 Lepidoptera		鞘翅目幼虫 Coleoptera larvae		蜘蛛目 Araneae		膜翅目幼虫 Hymenoptera larvae	
	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage	频次 Frequency	百分比 (%) Percentage
2012	3	0.42	509	71.99	71	10.04	28	3.96	70	9.90	26	3.68
2013	21	2.31	587	64.65	74	8.15	50	5.51	121	13.33	55	6.06
前期 Early	12	2.72	263	59.64	34	7.71	34	7.71	73	16.55	25	5.67
中期 Mid	9	1.36	448	67.57	64	9.65	28	4.22	77	11.61	37	5.58
后期 Late	3	0.59	385	75.34	47	9.20	16	3.13	41	8.02	19	3.72
总计 Total	24	1.49	1 096	67.86	145	8.98	78	4.83	191	11.83	81	5.02

表 3 非繁殖期投食实验中杂色山雀的取食选择

Table 3 The food choice of *Parus varius* between 16 food item provided in the feeding site during non-breeding season

食物种类 Food species	投放食物量(枚) Number of food supply	被观察取食次数 Frequency of food-carrying	每种食物利用率(%) Utilization of each food	总利用率(%) Overall utilization
赤松 <i>Pinus densiflora</i>	50	6	12	
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	50	13	26	
月见草 <i>Oenothera biennis</i>	50	1	2	
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	50	9	18	
种子 Seeds				6.00
锦带花 <i>Weigela florida</i>	50	0	0	
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	50	0	0	
枫杨树 <i>Pterocarya stenoptera</i>	50	0	0	
梓树 <i>Catalpa ovata</i>	50	0	0	
野花椒 <i>Zanthoxylum simulans</i>	50	1	2	
华北珍珠梅 <i>Sorbaria kirilowii</i>	50	0	0	
软枣猕猴桃 <i>Actinidia arguta</i>	50	1	2	
灯台树 <i>Bothrocaryum controversum</i>	50	21	42	
浆果 Berries				14.33
水榆花楸 <i>Sorbus alnifolia</i>	50	15	30	
山里红 <i>Crataegus pinnatifida</i>	50	1	2	
菝葜 <i>Smilax china</i>	50	5	10	
鸡树条 <i>Viburnum opulus calvescens</i>	50	0	0	
总计 Total	800	73	9.13	

丰富的浆果和植物种子资源为杂色山雀的食谱改变提供了可能,其中玉玲花、灯台树、水榆花楸、三桠乌药等植物的种子或浆果成为这一时期的主要食物,这种食物组成和利用的季节性变化,可能是其适应高纬度生境的一种重要的生态策略。

在营养能量需求方面,鸟类繁殖期的食物选择不仅是为了生存,还能够影响与繁殖有关的一些行为,如求偶、筑巢、交配、孵卵和育雏等(Olson et al. 1998, Arnold et al. 2007, Catoni et al. 2008),这些行为极度耗能且营养需求量较大。昆虫等动物性食物具有更丰富的蛋白质、叶黄素、类胡萝卜素、原卟啉(protoporphyrin)、钙、钾、镁、铁、锌、铜等一些微量元素(黄琼等 2007)。蛋白质是构建新组织的基础,微量元素在动物体内参与酶、维生素

和激素的形成及激活作用(林红英等 2006, 吴彩霞等 2008)。由于鸟类新陈代谢中会产生影响生长与发育的氧自由基(Alonso-Alvarez et al. 2007),而叶黄素、类胡萝卜素对于野生鸟类是具有特殊营养价值的营养素,不仅可以有效地保护机体不受氧自由基的伤害,促进雏鸟的生长(Isaksson et al. 2007, 2008),抑制羽毛颜色变暗现象的发生(Isaksson et al. 2008),而且还是交配信号的重要组成物质(Saks et al. 2003, Senar et al. 2003)。很多鸟类在繁殖期主要取食动物性食物,杂色山雀也不例外。杂色山雀非繁殖期主要以浆果和植物种子为食,这些食物虽然蛋白质和其他营养元素的含量不如昆虫类高,但植物种子中含有大量的脂肪酸,可以增加皮下脂肪,减少机体散失多余热量;浆果中的维生素 A 含量更高(Barker et al.

1998), 而维生素 A 具有提高免疫力和保护上皮表面的作用 (Blomhoff et al. 2006), 因此对于浆果的摄取可以提高杂色山雀身体抵御寒冷的能力。

**4.2 繁殖期成鸟食物组成与育雏食物资源的比较** 大部分研究认为, 鸟类育雏期的食物资源与成鸟的取食无明显区别。如黄脚银鸥 (*Larus cachinnans*) 的成鸟和雏鸟的食物组成没有明显差别 (Gwiazda et al. 2011)。但是也有研究认为育雏期喂养雏鸟的食物与成鸟自己取食的食物有较大区别, 徐照辉等 (1994) 发现长尾雀 (*Uragus sibiricus*) 的雏鸟主要以动物性食物为主, 而成鸟则以植物性食物为主; Quillfeldt (2002) 研究发现黄蹼洋海燕 (*Oceanites oceanicus*) 雏鸟摄食甲壳动物的比例明显高于成鸟。

本研究发现, 杂色山雀育雏食物与成鸟自己的食物组成明显不同, 成鸟的食谱范围明显宽于雏鸟, 而整个育雏期雏鸟都以鳞翅目幼虫为主, 食用频次明显高于成鸟。这可能是由于以下几个原因: (1) 雏鸟代谢旺盛, 生长发育快, 鳞翅目幼虫蛋白质含量高, 属于高质量食物, 可以为雏鸟更快的生长提供优质蛋白, 以利于翅膀、肌肉、消化道等成长 (Arnold et al. 2007); (2) 雏鸟消化系统不完善, 胃肠容积较小, 消化机能不健全, 消化道缺少某些消化酶, 肌胃研磨食物能力低, 消化能力和吸收能力都较弱, 而鳞翅目幼虫身体柔软、无翅和难以消化的外壳, 更易雏鸟吞咽、消化和吸收; (3) 雏鸟抗寒能力低, 体温调节机能不健全, 绒毛保温性差, 雌鸟除了提供食物以外, 还需要给予雏鸟足够的热量, 因此成鸟要降低捕食中能量的消耗, 鳞翅目幼虫一般寄居在树干、幼芽或者叶子上, 易于集群, 较其他食物更易获取, 既可以降低能量消耗又可以获取大量的食物资源。

**4.3 杂色山雀的取食偏好** 繁殖期杂色山雀对于鳞翅目和蜘蛛目物种的取食比例明显高于其他食物种类, 这可能是由于其对于提高繁殖率而采取的一种取食策略, 鳞翅目幼虫和蜘蛛

目可以消化和代谢植物中的维生素 E, 而食虫鸟类捕食这类食物后, 可以有效利用这些物质建立自身的抗氧化系统 (Arnold et al. 2010)。Surai (2002) 对家禽研究发现, 母体缺乏维生素 E 会增加胚胎的死亡率; Arnold 等 (2010) 研究还发现, 蓝山雀会随着食物中这些抗氧化物质的含量而改变摄食食物的种类。

非繁殖期, 在大量浆果中, 杂色山雀更偏向于灯台树、水榆花楸, 这 2 种食物由种子和果肉组成, 因此既含有糖类、维生素, 又含有丰富的脂肪 (蔡玥等未发表数据), 具有取食容易同时又可以达到一定营养需求标准的特点。在大量的植物种子中, 杂色山雀主要取食玉玲花种子和侧柏种子。这 2 种种子除了脂肪含量丰富, 还含有大量的蛋白质、矿质元素和维生素 (蔡玥等未发表数据), 在严寒的冬季, 除了能为杂色山雀提供过冬的皮下脂肪以外, 还能提供生活所需的营养元素。大部分研究表明鸟类这种取食偏好, 是由于气候生态位多元性差异导致栖息地与小生境发生改变, 因此食物的丰富度发生改变, 鸟类一般偏向取用食物资源丰富度高的食物 (Pearman et al. 2014)。本研究过程中发现, 杂色山雀的分布与 4 种主要食物资源的树种分布具有较高的一致性, 也间接说明了食物丰富度会对杂色山雀的取食偏好产生一定的影响。

## 参 考 文 献

- Alonso-Alvarez C, Bertrand S, Faivre B, et al. 2007. Increased susceptibility to oxidative damage as a cost of accelerated somatic growth in Zebra Finches. *Functional Ecology*, 21 (5): 873 - 879.
- Arnold K E, Ramsay S L, Donaldson C, et al. 2007. Parental prey selection affects risk-taking behaviour and spatial learning in avian offspring. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1625): 2563 - 2569.
- Arnold K E, Ramsay S L, Henderson L, et al. 2010. Seasonal variation in diet quality: antioxidants, invertebrates and Blue Tits *Cyanistes caeruleus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99(4): 708 - 717.
- Barker D, Fitzpatrick M P, Dierenfeld E S et al. 1998. Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo Biology*, 17

- (2): 123 - 134.
- Blomhoff R, Blomhoff H K. 2006. Overview of retinoid metabolism and function. *Journal of Neurobiology*, 66(7): 606 - 630.
- Carlisle J D, Holberton R L. 2006. Relative efficiency of fecal versus regurgitated samples for assessing diet and the deleterious effects of a tartar emetic on migratory birds. *Journal of Field Ornithology*, 77(2): 126 - 135.
- Catoni C, Peters A, Schaefer H M. 2008. Life history trade-offs are influenced by the diversity, availability and interactions of dietary antioxidants. *Animal Behaviour*, 76(4): 1107 - 1119.
- Gwiżdza R, Bukaciński D, Neubauer G, et al. 2011. Diet composition of the Caspian Gull (*Larus cachinnans*) in inland Poland: effects of breeding area, breeding stage and sympatric breeding with the Herring Gull (*Larus argentatus*). *Ornis Fennica*, 88(2): 80 - 89.
- Harrap S, Quinn D. 1995. Tits, Nuthatches and Treecreepers. London: A & C Black.
- Isaksson C, Johansson A, Andersson S. 2008. Egg yolk carotenoids in relation to habitat and reproductive investment in the Great Tits *Parus major*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81(1): 112 - 118.
- Isaksson C, von Post M, Andersson S. 2007. Sexual, seasonal, and environmental variation in plasma carotenoids in Great Tits, *Parus major*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 92(3): 521 - 527.
- Mizutani M, Hiji N. 2002. The effects of arthropod abundance and size on the nestling diet of two *Parus* species. *Ornithological Science*, 1(1): 71 - 80.
- Naef-Daenzer L, Naef-Daenzer B, Nager R G. 2000. Prey selection and foraging performance of breeding Great Tits *Parus major* in relation to food availability. *Journal of Avian Biology*, 31(2): 206 - 214.
- Olson V A, Owens I P F. 1998. Costly sexual signals: are carotenoids rare, risky or required? *Trends in Ecology and Evolution*, 13(12): 510 - 514.
- Pearman P B, Lavergne S, Roquet C, et al. 2014. Phylogenetic patterns of climatic, habitat and trophic niches in a European avian assemblage. *Global Ecology and Biogeography*, 23(4): 414 - 424.
- Quillfeldt P. 2002. Seasonal and annual variation in the diet of breeding and non-breeding Wilson's storm-petrels of King George Island, South Shetland Island. *Polar Biology*, 25(3): 216 - 221.
- Saks L, McGraw K, Hórak P. 2003. How feather colour reflects its carotenoid content. *Functional Ecology*, 17(4): 555 - 561.
- Senar J C, Figuerola J, Domènech J. 2003. Plumage coloration and nutritional condition in the great tit *Parus major*: the roles of carotenoids and melanins differ. *Naturwissenschaften*, 90(5): 234 - 237.
- Surai P F. 2002. Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham: Nottingham University Press.
- Urata A, Ueda K. 2003. Comparison of feeding behavior between coexisting Tit Species the Varied Tit *Parus varius* and the Great Tit *P. major*. *Japanese Journal of Ornithology*, 52(2): 107 - 111.
- van Noordwijk A J, McCleery R H, Perrins C M. 1995. Selection for the timing of great tit breeding in relation to caterpillar growth and temperature. *Journal of Animal Ecology*, 64(4): 451 - 458.
- 董翠玲, 齐晓丽, 刘建. 2007. 荣成天鹅湖湿地越冬大天鹅食性分析. *动物学杂志*, 42(6): 53 - 56.
- 郭宗明, 胡锦涛, 孙治宇, 等. 2005. 白腰文鸟 (*Lonchura striata*) 繁殖行为的观察和雏鸟食性的分析. *西华师范大学学报: 自然科学版*, 26(4): 373 - 376.
- 黄琼, 周祖基, 周定刚, 等. 2007. 七种昆虫的营养成分分析. *营养学报*, 29(1): 94 - 96.
- 金春日, 王爽, 万冬梅, 等. 2007. 杂色山雀的繁殖生态. *生态学杂志*, 26(12): 1988 - 1995.
- 李静, 殷江霞, 尹黎献, 等. 2012. 杂色山雀亲代喂食与子代乞食间的行为. *动物学杂志*, 47(4): 19 - 27.
- 林红英, 陈进军, 吴丽敏. 2006. 微量元素锌在畜禽养殖中的作用. *中国农学通报*, 22(2): 21 - 24.
- 路纪琪, 张知彬. 2004. 捕食风险及其对动物觅食行为的影响. *生态学杂志*, 23(2): 66 - 72.
- 万冬梅, 丁峰, 王爽, 等. 2008. 杂色山雀的研究现状. *四川动物*, 27(1): 157 - 160.
- 王鹏, 邱英杰. 2002. 辽宁仙人洞国家级自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社.
- 吴彩霞, 刘朝明, 邓凤如, 等. 2008. 微量元素的功能及其相互作用. *江西饲料*, (6): 13 - 17.
- 徐照辉, 李世纯. 1994. 长尾雀繁殖生态的研究. *生态学报*, 14(1): 57 - 61.
- 张晓明, 王月婷, 唐丽丽, 等. 2013. 辽宁仙人洞国家级自然保护区药用维管束植物多样性研究. *吉林师范大学学报: 自然科学版*, 34(1): 97 - 99.
- 郑光美. 2005. 鸟类学. 北京: 北京师范大学出版社.