

北京城市鸟类对食源植物利用规律

何海燕^{①②} 王楠^{①*} 董路^②

① 北京林业大学生态与自然保护学院 北京 100083;

② 生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 北京师范大学生命科学学院 北京 100875

摘要: 园林植物为城市生活的鸟类提供重要食物资源, 园林中的植物配置会影响城市中鸟类的种类、数量和群落结构。研究城市鸟类与食源植物的关系, 可明确鸟类对食源植物的取食关系, 为提高城市鸟类多样性提供技术支撑。2017至2019年, 在北京市范围内, 以直接观察法和野外照片识别法记录鸟类取食的食源植物种类和数量。共选取6个研究地点, 每个研究地设一条样线, 圆明园样线长度为2.52 km、颐和园为3.12 km、北京植物园为3.02 km、奥林匹克森林公园为2.76 km、北京林业大学为1.38 km和北京语言大学为1.6 km。共记录取食植物鸟类49种, 食源植物56种。吸引鸟类物种最多的植物为金银木 (*Lonicera maackii*), 之后依次为圆柏 (*Sabina chinensis*)、柿树 (*Diospyros kaki*)、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、榆树 (*Ulmus pumila*) 等。取食植物种类最多的鸟类为灰喜鹊 (*Cyanopica cyana*), 之后依次为白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、麻雀 (*Passer montanus*)、燕雀 (*Fringilla montifringilla*)、喜鹊 (*Pica pica*) 等。吸引鸟类多样性最高的园林植物为金银木、柿树、油松、银杏 (*Ginkgo biloba*)、毛白杨 (*Populus tomentosa*) 等。取食植物多样性最高的鸟类为灰喜鹊、白头鹎、麻雀、燕雀、喜鹊等。鸟类取食食源植物集中在10月至翌年5月, 高峰期在11和12月, 其中, 取食浆果的高峰期在11和12月, 取食坚果的高峰期在11月至翌年1月, 取食叶芽的高峰期在3和4月以及11和12月, 取食花的高峰期在3和4月。北京市鸟类取食食源植物季节性明显, 为提高北京城市鸟类的数量, 园林建设中可加大圆柏、侧柏 (*Platycladus orientalis*) 等冬季可以长时间为鸟类提供食物的园林植物比例, 为鸟类在食物资源最为短缺的冬末春初季节提供充足食物资源。

关键词: 城市鸟类; 食源植物; 多样性; 丰富度; 季节规律

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2021) 04-491-09

A Case Study to Investigate the Foraging Pattern of Urban Birds on Edible Plants in Beijing

HE Hai-Yan^{①②} WANG Nan^{①*} DONG Lu^②

① School of Ecology and Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083;

② Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity and Ecological Engineering,

College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

基金项目 北京市科学技术委员会资助项目子课题 (No. D171100007217002);

* 通讯作者, E-mail: wangnan761227@bjfu.edu.cn;

第一作者简介 何海燕, 女, 硕士研究生; 研究方向: 分子生态学; E-mail: hehaiyan@mail.bnu.edu.cn.

收稿日期: 2020-11-03, 修回日期: 2021-04-07 DOI: 10.13859/j.cjz.202104002

Abstract: Garden plants provide important food resources for urban birds, and the configuration of garden plants will affect the species, number and community structure of birds in the city. The study on the relationship between urban birds and food plants can clarify the feeding relationship between birds and food plants and provide technical support for improving the diversity of urban birds. From 2017 to 2019, the species and quantity of food plants eaten by birds in Beijing were recorded by direct observation and field photo recognition. Six research sites were selected, and one transversal line was set for each study site. The length of transversal line was 2.52 km in Old Summer Palace, 3.12 km in The Summer Palace, 3.02 km in Beijing Botanical Garden, 2.76 km in Olympic Forest Park, 1.38 km in Beijing Forestry University and 1.6 km in Beijing Language and Culture University. A total of 49 species of plant-feeding birds and 56 species of food plants were recorded. The plants that attract the most bird species are *Lonicera maackii*, followed by *Sabina chinensis*, *Diospyros kaki*, *Pinus tabuliformis*, *Ulmus pumila*, etc., and the birds that feed on the most plant species are Azure-winged Magpie (*Cyanopica cyana*), followed by Light-vented Bulbul (*Pycnonotus sinensis*), Eurasian Tree Sparrow (*Passer montanus*), Brambling (*Fringilla montifringilla*), Oriental Magpie (*Pica pica*) and so on. The garden plants that attract the highest diversity of birds are *L. maackii*, *D. kaki*, *Pinus tabuliformis*, *Ginkgo biloba*, *Populus tomentosa*, etc., and the birds that feed on the highest diversity are Azure-winged Magpie, Light-vented Bulbul, Eurasian Tree Sparrow, Brambling, Oriental Magpie and so on. Birds feed on the source plants from October to May of the following year, and the peak period is from November to December, in which the peak of berry feeding is from November to December, the peak of eating nuts is from November to January of the following year, the peak of feeding on leaf buds is from November to December to March to April of the following year, and the peak of feeding on flowers is from March to April. The seasonality of birds feeding on food source plants in Beijing is obvious, so it is necessary to increase the proportion of garden plants that can provide food for birds for a long time in winter, such as *Sabina vulgaris*, *Platycladus orientalis* and other food resources to provide sufficient food resources for birds in late winter and early spring.

As important food resources for birds living in cities, the assemblage of ornamental plants in gardens and parks plays a significant role in species composition and abundance of urban bird communities. Understanding the relationship between urban birds and edible plants can provide technical support for conservation of urban birds diversity, but remains poorly studied. From 2017 to 2019, species and abundance of plants that birds forage on were recorded in multiple sites in Beijing, by direct observation and field photo identification. The diversities of birds and plants were calculated using Shannon index, and the niche widths were calculated by Levins (1968) model. The chi - square test was used to assess the differences in the type of food that birds forage on among months. A total of 49 species of birds foraging on 56 species of plants were recorded. The plant foraged by most bird species was *L. maackii*, followed by *S. chinensis*, *D. kaki*, *Pinus tabuliformis*, *U. pumila*, etc. Among the bird species, Azure-winged Magpie, was recorded foraging on most plant species followed by Light-vented Bulbul, Eurasian Tree Sparrow, Brambling, Common Magpie (*Pica pica*), etc (Fig. 1). Plant-foraging in birds was concentrated from October to the following May, and peaked in November and December (Fig. 2), among which the main food resources change across months. Berries were mostly foraged from November to December, nuts from November to the following January, leaf buds from November to December and March to April, and the peak of flower-foraging occur from March to April (Fig. 3).

Among the recorded plants, *S. chinensis* and *Platycladus orientalis* served as the main food resource for a long time in winter. Therefore, in order to increase number of birds in Beijing, the proportions of these plants should be increased to provide sufficient food resources in late winter and early spring when food resources are most scarce.

Key words: Urban birds; Food plant; Diversity; Richness; Seasonal pattern

伴随着我国城市化的迅速发展, 城市环境中生境片段化、污染和噪音、人类活动干扰、生物资源减少等生态环境问题已经表现突出(王彦平 2003), 而城市野生动物与城市生态系统的健康息息相关(McKinney et al. 2018, 王勇 2014), 城市化带来的生态环境变化, 对生活在城市中的两栖类、爬行类、鸟类和兽类等动物产生了严重的影响, 鸟类作为城市中最常见的动物类群之一, 已经成为城市环境是否健康的重要评价指标(陆祎玮 2007, Sulaiman et al. 2013, 张征恺等 2018)。城市化过程中, 鸟类赖以生存的森林和湿地质量急剧下降, 不仅对其生存构成极大威胁, 而且对城市鸟类的群落结构产生了严重影响(刘权 2012)。有研究表明, 适度的城市化有助于提高鸟类群落物种多样性和丰富度(Blair 1996), 而且一些鸟类更适应城市植物群落, 例如白头鹎(*Pycnonotus sinensis*) (张琴 2014)、麻雀(*Passer montanus*) 等(郑作新等 1957)。在城市生态系统中, 鸟类和园林植物是紧密相关的两个生物要素, 要想保护、恢复和提高城市的生物多样性, 城市园林绿地建设和鸟类保护无疑是现代城市建设过程中最重要的工作内容之一(隋金玲等 2006, 张征恺等 2018)。

在城市环境中生活的鸟类, 大多食物主要来自于植物(尚玉昌 2007, 赵伊琳等 2021), 城市园林景观中, 选择种植合适的园林植物是吸引或留住这些鸟类的重要举措(王玲等 2016)。因此在城市中种植植物时除了需要符合居民审美需求, 还应尽量为城市鸟类提供食物资源, 以满足不同鸟类的取食需求, 2020 年颁布的《北京市野生动物保护管理条例》(金树东 2020) 中提到, 采取种植食源植物的措施来保

护野生动物, 反映了城市野生动物保护和栖息地恢复过程中合理配置和应用食源植物发挥着重要作用(王玲等 2016)。为落实《北京城市总体规划(2016-2035 年)》(和朝东等 2019), 继 2012 至 2017 年第一轮百万亩造林之后, 北京市在 2018 年启动了新一轮百万亩造林, 要求遵循“乡土、长寿、抗逆、食源、美观”的方针选择绿化树种, 其中“食源”方针是指种植适合北京地区鸟类的食源树种, 这充分体现了城市建设中对生物多样性保护和野生动物栖息地恢复的重视。

目前国内外的鸟类学研究者对城市鸟类食物组成和其对各类食物的利用频度以及各生境中食物资源的丰富度等方面研究已经相当广泛和深入, 取得了许多令人瞩目的成果(叶淑英等 2015)。本研究以北京城市鸟类和园林植物为对象, 将鸟类与植物相对应起来, 明确鸟类如何利用园林植物及其利用规律, 特别是鸟类取食哪些植物、园林植物吸引哪些鸟类取食以及食源植物的季节贡献规律, 为城市鸟类栖息地建设和提高城市鸟类多样性提供技术支撑。

1 研究地点与方法

北京(115°42'~117°24' E, 39°24'~41°36' N)地处华北平原, 城区平均海拔 50 m, 属于暖温带半湿润气候区(郭佳 2008)。鸟类资源丰富, 已记录鸟类约 21 目 74 科 456 种(关翔宇 2016)。本研究选取鸟类种类较多, 乔木、灌木和草本植物资源丰富的圆明园、颐和园、北京植物园、奥林匹克森林公园以及北京林业大学和北京语言大学为研究地区。圆明园、颐和园、北京植物园和奥林匹克森林公园植被差异较小, 乔木大多以刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、

白皮松 (*Pinus bungeana*)、圆柏 (*Sabina chinensis*)、侧柏 (*Platycladus orientalis*)、元宝枫 (*Acer truncatum*) 等为主, 灌木大多以金银木 (*Lonicera maackii*)、紫薇 (*Lagerstroemia indica*)、山杏 (*Armeniaca sibirica*) 等为主, 地被植物大多以麦冬 (*Ophiopogon japonicus*)、二月兰 (*Orychophragmus violaceus*)、半夏 (*Pinellia ternate*) 等为主 (陈萍 2010, 钟原 2010, 马远 2014, 张皖清 2015, 赵鸿宇 2019)。北京林业大学和北京语言大学植物组成差异较小, 主要栽植油松 (*Pinus tabuliformis*)、侧柏、银杏 (*Ginkgo biloba*)、柿树 (*Diospyros kaki*) 等 (贺靓 2014), 北京语言大学还栽植了一些蚊母树 (*Distylium racemosum*)、麻叶绣球 (*Spiraea cantoniensis*) 和喜树 (*Camptotheca acuminata*) 等南方植物。

2017年12月至2020年1月对鸟类取食食源植物的行为进行观察记录。每周调查一次, 每次调查1或2个地点, 调查时间为6:30~11:30时。采用样线法, 借助胜途 A1B 双筒望远镜 (8×25) 进行观察。6个研究地调查强度相近, 每个地点最少调查25次, 平均调查44次。在四个季节中, 每个季节最少调查17次, 平均调查66次。每个研究地设一条样线, 圆明园样线长度为2.52 km、颐和园为3.12 km、北京植物园为3.02 km、奥林匹克森林公园为2.76 km、北京林业大学为1.38 km和北京语言大学为1.6 km, 采用直接观察法和定点观察食源植物法记录取食园林植物的鸟类和数量及其所取食植物的种类与食物类型。食物类型分为浆果、坚果、花和叶芽。浆果和坚果主要以含水分多少划分, 含水分较多的为浆果, 含水分较少或几乎没有水分的为坚果。此外, 通过中国观鸟会收集鸟类取食照片, 提取鸟类取食食源植物的信息。

采用 Shannon 指数计算取食鸟类多样性和被取食植物多样性 (张晶等 2018)。生态位宽度采用 Levins (1968) 模型计算。采用卡方检验评估各月份鸟类取食食物类型是否存在差异 (宋亚统等 2016)。

2 结果

2.1 食源植物

共记录鸟类取食的园林植物31科49属56种 (含变种, 图1), 其中, 裸子植物5种, 被子植物51种。乔木39种, 占69.64%, 灌木8种, 占14.29%, 草本植物8种, 占14.29%, 藤本植物1种, 占1.79%。共记录取食植物鸟类5735只次, 属于19科49种 (图1)。其中直接观察和定点观察法收集数据占总数据量92.75%, 间接收集数据占总数据7.25%。

鸟类取食只数比例最高的植物为金银木 (16.99%), 之后依次为圆柏 (9.12%)、侧柏 (8.19%)、柿树 (7.97%) 和麦冬 (6.65%) 等 (图1); 吸引鸟类物种数最多的食源植物为金银木 (24种), 之后依次为圆柏 (15种)、柿树 (14种)、油松 (12种)、榆树 (*Ulmus pumila*) (11种) 等 (图1)。所吸引鸟类物种多样性 (Shannon-Wiener 指数) 最高的植物为金银木 (2.367), 之后依次为柿树 (2.346)、油松 (2.067)、银杏 (1.915)、毛白杨 (*Populus tomentosa*) (1.912) 等。

取食园林植物只数比例最高的为灰喜鹊 (*Cyanopica cyanus*, 25.93%), 之后依次为燕雀 (*Fringilla montifringilla*, 12.54%)、麻雀 (8.95%)、白头鹎 (8.31%)、太平鸟 (*Bombycilla garrulus*) (5.48%, 图1) 等。取食植物物种最多的鸟类为灰喜鹊 (28种), 之后依次为白头鹎 (24种)、麻雀 (22种)、燕雀 (16种)、喜鹊 (*Pica pica*, 15种, 图1) 等。取食园林植物多样性最高的鸟类为灰喜鹊 (Shannon-Wiener 指数: 2.692), 之后依次为白头鹎 (2.668)、麻雀 (2.645)、燕雀 (2.249)、喜鹊 (1.862) 等 (图1)。

2.2 鸟类取食食源植物季节规律

鸟类取食食源植物只数在9和10月呈增加趋势, 高峰出现在11和12月, 之后出现明显下降, 翌年3月出现另一个小高峰, 之后降低, 6~8月最少 (图2)。

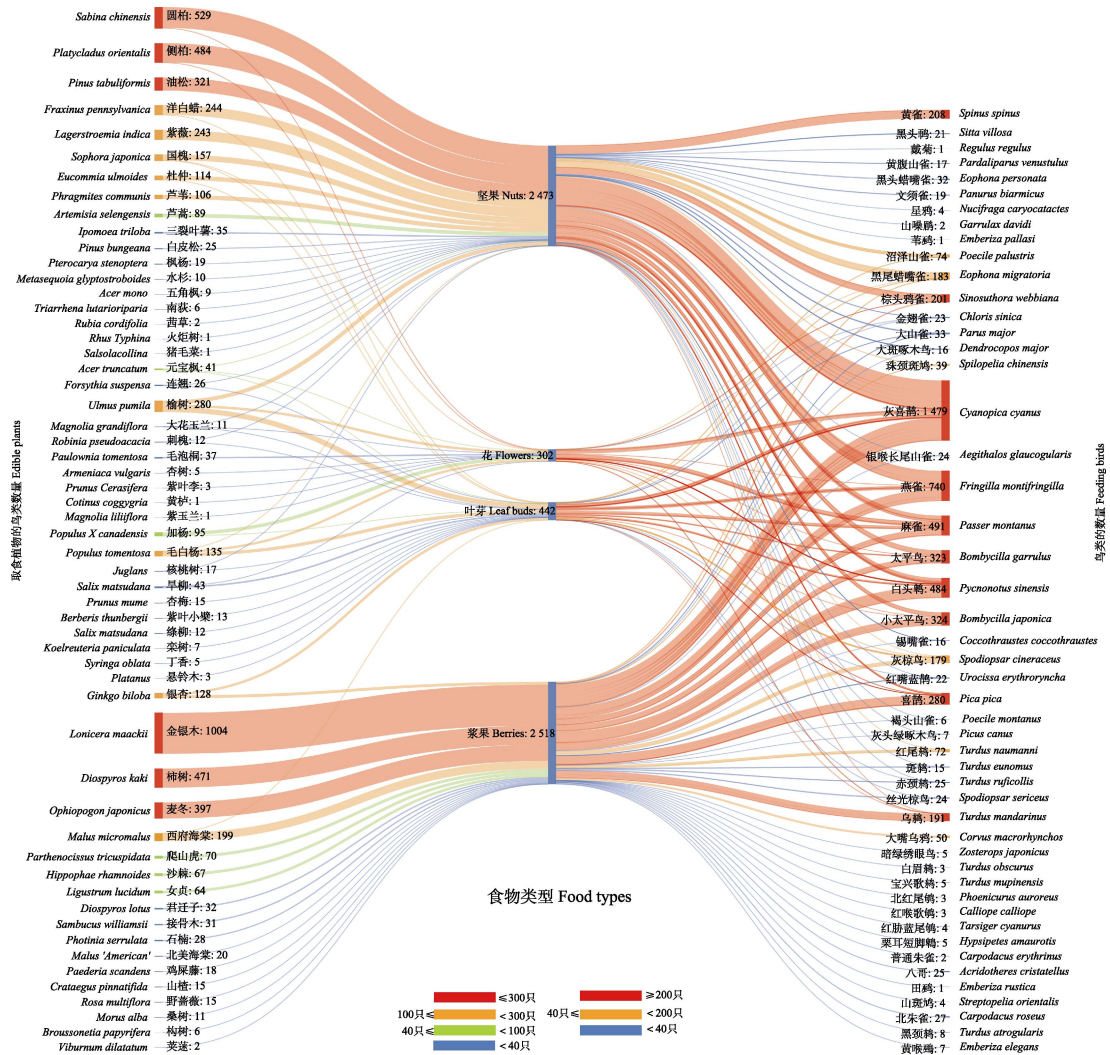


图 1 鸟类与取食植物关系

Fig. 1 The relationship between birds and edible plants

此图为鸟类与取食植物及食物类型关系的桑基图。图左半部显示植物类型，中部为食物类型，右侧为取食植物的鸟类。左侧支端为鸟类所取食植物，数据表示取食此种植物的鸟类个体数量 (ind)，与中部的连线表示其所能提供的食物类型，与右半部的连线表示取食其的鸟种；图的右半部表示取食植物的鸟种，中文名后的数据表示记录到此鸟种取食植物的个体数量 (ind)，与中部的连线表示其所取食的食物类型，与左半部的连线表示其所取食的植物种类。植物或鸟类物种所对应颜色线的宽度，分别表示取食此种植物的鸟类数量 (ind) 和取食植物的此鸟种数量 (ind)。线的宽度与鸟类个体数量 (ind) 成正比，鸟类个体数量 (ind) 越多，线越宽。

Sankey diagrams of the relationship between birds and edible plants. Sankey diagrams show edible plants on the left, food types in the middle, and birds that feed on plants on the right. Each branch on the left is the scientific name and Chinese name of the plant that the bird eats. The data behind the plant indicates the number of individual birds that eat the plant (ind), and the line between the plants and the food types in the middle indicates what it can the type of food provided, the line between the plants and the right half indicates the bird species that eats it; the right half of the Sankey diagrams indicates the species of bird that eats the plant, the branch is the Chinese name and scientific name of the bird species, and the data after the Chinese name indicates the number of individuals (ind) that the bird species feeds on plants. The line between the bird and the food types in the middle indicates the type of food it eats, and the line between the bird and the left half indicates the plant it eats species. The width of the color line corresponding to the plant or bird species. The width of the line is proportional to the number of individual plants (ind) that birds feed on. The more the number of individual plants (ind) the birds feed on, the wider the line is.

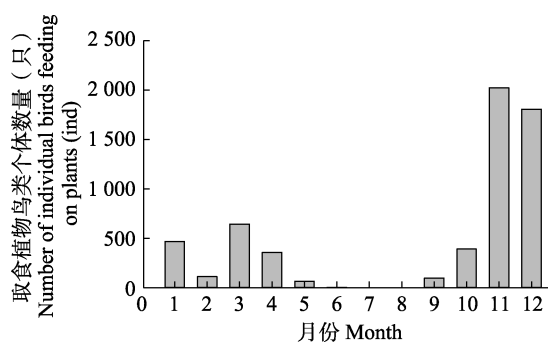


图 2 鸟类取食植物季节规律

Fig. 2 Seasonal pattern of birds feeding on plants

鸟类在各月份取食的食物类型（坚果、浆果、叶芽和花）存在显著差异 ($P < 0.001$)。而且不同食物类型与月份之间存在显著关联性 (Cramer's $V = 0.62$, $P < 0.001$)。取食坚果鸟类数量在 9 和 10 月份开始增加, 11 月至翌年 1 月最多, 2~4 月较少, 6~8 月基本没有(图 3)。取食浆果鸟类数量最高的时间集中在 11~12 月, 1~3 月逐渐减少, 6~8 月最少。取食花的鸟类数量集中在 3 和 4 月, 其他月份则非常少(图 3)。

取食叶和芽鸟类数量集中在 11、12 月和翌年 3、4 月, 其他月份非常少(图 3)。按照取食不同类型植物的鸟类个体数量占记录到总个体数量的百分比, 取食浆果鸟类数量比例最高, 为 44.22%, 之后依次为取食坚果(42.83%)、叶芽(7.74%)和花(5.20%, 图 1)的鸟类数量。

3 讨论与建议

3.1 食源植物及取食鸟类

北京城区和山区植物在种的水平上差异较大, 北京城区野生植物群落破坏严重 (McDonald et al. 2008), 在城区几近消失, 现在城区的乔木和灌木优势植物多为人工种植或引入, 主要用于栽培观赏及城市绿化(邢韶华等 2007)。这些人工种植的园林植物建立起了独特的城市植物群落, 而其中形成了不同于自然环境的城市鸟类群落。

城市园林植物是鸟类的重要食物来源(尚玉昌 2007), 园林植物的果实是城市鸟类植物性食物的主要组成部分(陆彩虹等 2019)。

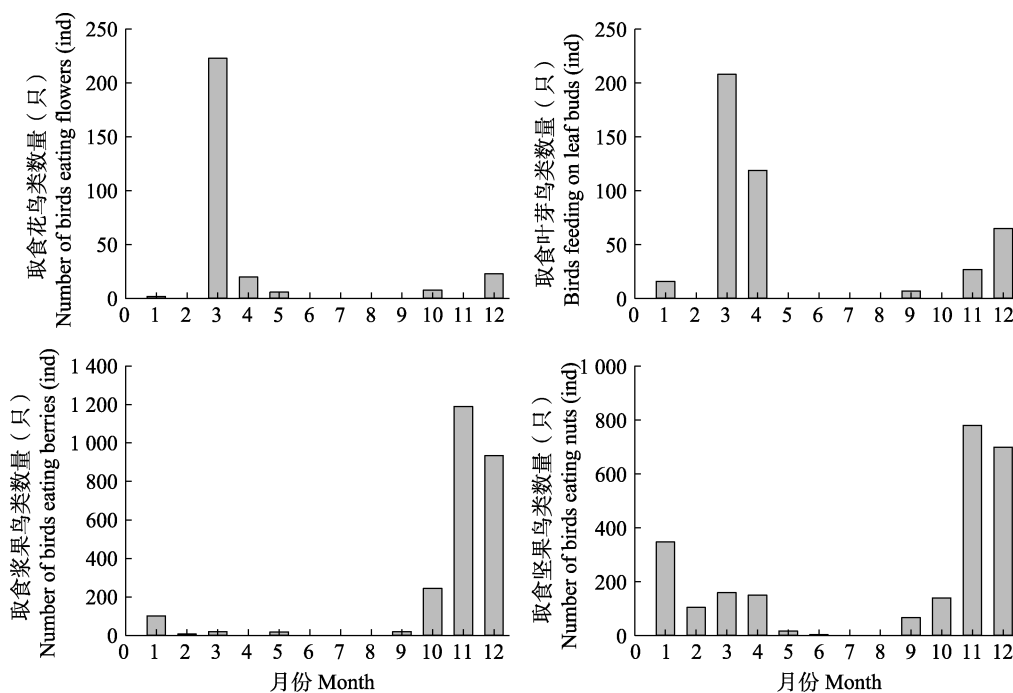


图 3 鸟类取食食源植物各部位的季节规律

Fig. 3 Seasonal patterns of birds eating food-borne plants

相比叶芽和花, 鸟类取食浆果和坚果比例较高, 取食浆果的主要是鸚科和椋鸟科鸟类, 其喙形圆钝而直(赵正阶 2001), 吃坚果的主要有山雀科和燕雀科鸟类, 其喙形尖细状和圆锥形(赵正阶 2001)。秋冬季挂果数量较多的树种吸引取食鸟类数量和种数较多。鸟类对植物果实的偏好与果实颜色、大小和数量等有关(Howe 1980, Sorensen 1981)。鸟类具有敏锐的色觉(隋金玲等 2006, Lomáscolo et al. 2008), 偏好取食颜色比较鲜艳而且没有外壳的肉质果实(Pijl 1970, Armesto et al. 1989, Fischer et al. 1993, Link et al. 2004, Lomáscolo et al. 2008), 在自然界中, 红色和黑色果实是最常见也是最受鸟类欢迎的(Du et al. 2009, Duan et al. 2014)。本研究中, 城市鸟类普遍取食的浆果种类都符合这一特征, Howe(1980)的研究显示, 大多数鸟类偏好取食小果实植物, 随着小果实植物的果实增大, 取食的鸟类数量会增加; 相反, 大果实植物果实增大, 对鸟类吸引力会降低。金银木、圆柏、侧柏、麦冬、紫薇等的果实不大, 适合很多鸟类取食, 因此会吸引较多鸟类。挂果数量多的植物会提高鸟类的取食频率(Matthias et al. 2011), 金银木、圆柏、西府海棠(*Malus micromalus*)、紫薇等植物挂果数量多, 因此对鸟类具有较强的吸引力。

北京市共记录鸟类 456 种, 常见鸟类约 100 种左右(关翔宇 2016), 其中包括猛禽、水鸟等。本次调查共记录 49 种取食植物鸟类, 基本覆盖了大部分取食园林植物的常见鸟类。鸟类食物的多样性在一定程度上可以反应其取食生态位宽度(姚圣忠 2008)。温带地区以果实为食的鸟类和植物果实的消耗很少是一一对应的, 通常一种植物的果实被多种鸟类取食, 同时一种鸟也取食多种果实(刘佳庆等 2014)。本研究结果显示, 不同鸟类取食的生态位存在差异, 灰喜鹊、白头鹎和麻雀, 取食植物多样性较高, 表现出较强的环境适应能力。这反应其对城市生态环境有很好的适应能力(尚玉昌 2007)。白头鹎的分布区在最近几年明显向北扩

张(张正旺等 2003, 王鲁静等 2012), 而且白头鹎在北京城区数量较多, 是典型的城市适应种, 在城市生境中处于优势地位(王鲁静等 2012, 张琴 2014)。在调查中, 共记录白头鹎取食 24 种园林植物, 说明其所取食园林植物种类丰富, 可以非常好地适应北京园林环境提供的食物资源。麻雀在我国分布广、数量多, 和人类的关系密切(张淑萍等 2006)。北朱雀(*Carpodacus roseus*)、普通朱雀(*C. erythrinus*)、太平鸟、小太平鸟(*B. japonica*)、燕雀主要取食金银木、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)浆果类以及侧柏、圆柏等坚果; 黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)、锡嘴雀(*Coccothraustes coccothraustes*)多取食洋白蜡(*Fraxinus pennsylvanica*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)、五角枫(*Acer mono*)等翅果类食源植物。普通朱雀、太平鸟、燕雀这些鸟类取食食物种类少、多样性低, 反应其对食源植物选择性较强, 可选择食源植物范围较小。

3.2 鸟类取食的季节规律

鸟类取食食源植物集中在 11、12 月和春季的 3、4 月。5 月到 8 月间虽有杏(*Armeniaca vulgaris*)、桃(*Amygdalus persica*)、李(*Prunus salicina*)、桑(*Morus alba*)等果实成熟, 但鸟类利用较少, 仅见灰喜鹊、喜鹊、白头鹎等少数鸟种取食少量果实, 大多掉落腐败, 此时大多数鸟类处于繁殖期, 北京地区大多数鸟类繁殖期主要以昆虫为食, 很少利用植物性食物(楚国忠等 1982, 陈永祥等 1995)。9 月到 10 月更多可以提供浆果的食源植物开始成熟(贺士元等 1992), 此时成熟果实逐渐增多, 很多鸟类食性也转变为植物性食物为主, 陆续吸引较大量鸟类取食(陆彩虹等 2019)。本研究显示, 鸟类取食浆果的高峰期出现在 11 和 12 月, 这在一定程度上符合浆果成熟规律和鸟类食性变化规律。之后, 有可能由于水分丢失、自然掉落和鸟类取食等原因, 浆果消耗殆尽, 无法继续为鸟类提供食物资源。鸟类随之会去取食湿度较低、果实体积较小, 挂果时间长的坚果类

植物。在浆果耗尽之后，坚果可继续为鸟类提供大量食物。北京地区园林植物开花多集中于3和4月（贺士元等 1992），这与鸟类取食叶芽和花的时间吻合，但由于花期和发芽时间集中，开花后花朵很快掉落，叶芽也迅速长成叶片，鸟类可利用时间较短。

3.3 建议

以提高鸟类多样性为目标的城市园林建设，可以通过重新建立城市鸟类赖以生存的植物群落来实现。我们建议将可提供浆果、坚果、花、叶芽的植物混合搭配，并提高食源植物配置的均匀度和多样性，为鸟类秋冬春季提供稳定、多样、持续的食物来源。

建议种植提供浆果的植物包括金银木、柿树、麦冬、西府海棠、银杏等；提供坚果的植物包括圆柏、侧柏、油松、紫薇、洋白蜡等，提供叶芽的植物，包括榆树、毛白杨、银杏、旱柳（*Salix matsudana*）、核桃树（*Juglans*）等；提供花的植物，包括加杨（*Populus X canadensis*）、榆树、毛白杨、毛泡桐（*Paulownia tomentosa*）、圆柏等。

致谢 感谢北京师范大学生命科学学院黄希老师、董森同学以及北京林学会申倩倩老师在写作中的指导。感谢中国观鸟会巩慧君、付建平、肖虹老师以及赵鸿宇同学在数据收集中的帮助。

参 考 文 献

- Armesto J J, Rozzi R. 1989. Seed dispersal syndromes in the rain forest of chiloé: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography*, 16(3): 219–226.
- Blair R B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6(2): 506–519.
- Du Y J, Mi X C, Liu X J, et al. 2009. Seed dispersal phenology and dispersal syndromes in a subtropical broad-leaved forest of china. *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1147–1152.
- Duan Q, Goodale E, Quan R C. 2014. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colours in tropical asia. *Scientific Reports*, 4(1): 1–7.
- Fischer K E, Chapman C A. 1993. Frugivores and fruit syndromes: differences in patterns at the genus and species level. *Oikos*, 66(3): 472–482.
- Howe H F. 1980. Monkey dispersal and waste of a neotropical fruit. *Ecology*, 61(4): 944–959.
- Levins R. 1968. *Evolution in Changing Environments, Some Theoretical Explorations*. Princeton: Princeton University Press, 1–120.
- Link A, Stevenson P R. 2004. Fruit dispersal syndromes in animal disseminated plants at tinigua national park, colombia. *Revista Chilena De Historia Natural*, 77(2): 319–334.
- Lomáscolo S B, Speranza P, Kimball R T. 2008. Correlated evolution of fig size and color supports the dispersal syndromes hypothesis. *Oecologia*, 156(4): 783–796.
- Matthias S, Nico B, Martina F, et al. 2011. Specialization and interaction strength in a tropical plant-frugivore network differ among forest strata. *Ecology*, 92(1): 26–36.
- McDonald R I, Kareiva P, Forman R T T. 2008. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 141(6): 1695–1703.
- McKinney M L, Kowarik I, Kendal D. 2018. Wild urban ecosystems: challenges and opportunities for urban development. *Urban Forestry and Urban Green*, 17(29): 334–403.
- Pijl L V D. 1970. Principles of dispersal in higher plants. *Quarterly Review of Biology*, 72(4): 499–499.
- Sorensen A E. 1981. Interactions between birds and fruit in a temperate woodland. *Oecologia*, 50(2): 242–249.
- Sulaiman S, Mohamad N H N, Idilfitri S. 2013. Contribution of vegetation in urban parks as habitat for selective bird community. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 85(8): 267–281.
- 陈萍. 2010. 世界遗产颐和园的保护与可持续发展研究. *科技资讯*, 8(26): 241–242.
- 陈永祥, 胡思玉, 王延斌. 1995. 贵州省金沙县3种鹎科鸟类的夏季食性. *四川师范学院学报*, 22(2): 105–107.
- 楚国忠, 郑光美. 1982. 麻雀繁殖期食性研究. *动物学研究*, 3(4): 371–383.
- 关翔宇. 2016. 北京 100 种常见鸟类名录. *森林与人类*, 36(2):

- 158-159.
- 郭佳. 2008. 北京市区公园鸟类群落及其栖息地研究. 北京: 北京林业大学硕士学位论文, 1-70.
- 和朝东, 郭志文, 陈军, 等. 2019. 为北京城市总体规划实施提供制度保障——新版《北京市城乡规划条例》若干要点解读. 北京规划建设, 33(6): 89-92.
- 贺靛, 李雪寒, 江天翼. 2014. 北京林业大学校园的植物配置. 房地产导刊, 15(21): 220-220.
- 贺士元, 刑其华, 尹祖堂. 1992. 北京植物志: 上下册. 北京: 北京出版社, 45-1517.
- 金树东. 2020. 北京市人民代表大会农村委员会关于《北京市野生动物保护管理条例(草案)》修改情况的报告——2020年3月26日在北京市第十五届人民代表大会常务委员会第二十次会议. 北京市人大常委会公报, 17(3): 13-15.
- 刘佳庆, 邓青珊, 李宁, 等. 2014. 濒危植物南方红豆杉不同种群的结构和动态变化. 热带亚热带植物学报, 24(5): 479-485.
- 刘权. 2012. 浅谈城市生态公园的营造. 农业与技术, 32(8): 146.
- 陆彩虹, 鲁长虎. 2019. 南京中山植物园鸟类对香樟果实(种子)的取食. 动物学杂志, 54(6): 784-792.
- 陆玮玮. 2007. 城市化对鸟类群落的影响及其鸟类适应性的研究. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 1-40.
- 马远. 2014. 北京植物园植物造景案例分析. 北京: 中国林业科学研究院硕士学位论文, 1-77.
- 尚玉昌. 2007. 鸟类的食物多样性及其取食适应. 生物学通报, 56(3): 9-13.
- 宋亚统, 罗泽, 郑若冰. 2016. 青海湖地区赤麻鸭家域和栖息地选择的研究. 科研信息化技术与应用, 7(4): 38-45.
- 隋金玲, 张志翔, 胡德夫, 等. 2006. 北京市区绿化带内鸟类食源树种研究. 林业科学, 52(12): 83-89.
- 王玲, 丁志锋, 胡君梅, 等. 2016. 广州城市绿地中鸟类对食源树种的偏好. 四川动物, 35(6): 838-844.
- 王鲁静, 纪建伟, 立天宇, 等. 2012. 北京北海公园鸟类多样性季节变化. 湖北大学学报, 34(3): 298-303.
- 王彦平. 2003. 鸟类对城市化的适应性研究. 杭州: 浙江大学硕士学位论文, 1-40.
- 王勇, 许洁, 杨刚, 等. 2014. 城市公共绿地常见木本植物组成对鸟类群落的影响. 生物多样性, 22(2): 196-207.
- 邢韶华, 肖雁青, 林大影, 等. 2007. 北京山区与城区植物组成比较. 广西植物, 12(3): 487-492.
- 姚圣忠. 2008. 冀西北坝上地区主要鼠类的丰富度及生态位研究. 北京: 北京林业大学博士学位论文, 1-98.
- 叶淑英, 郭书林, 路纪琪. 2015. 中国城市鸟类生态学研究进展与展望. 河南教育学院学报, 24(3): 47-53.
- 张晶, 赵成章, 任悦, 等. 2018. 张掖国家湿地公园优势鸟类种群生态位研究. 生态学报, 38(6): 2213-2220.
- 张琴. 2014. 白头鹀生活史特征对城市化的响应. 金华: 浙江师范大学硕士学位论文, 1-32.
- 张淑萍, 郑光美, 徐基良. 2006. 城市化对城市麻雀栖息地利用的影响: 以北京市为例. 生物多样性, 14(5): 372-381.
- 张皖清. 2015. 北京奥林匹克森林公园鸟类栖息地植物景观研究. 北京: 北京林业大学硕士学位论文, 1-66.
- 张征恺, 黄甘霖. 2018. 中国城市鸟类学研究进展. 生态学报, 38(10): 6-16.
- 张正旺, 毕中霖, 王宁, 等. 2003. 北京2种鸟类的新分布记录. 北京师范大学学报, 48(4): 541-543.
- 赵鸿宇. 2019. 圆明园鸟类对栖息地植物生境的偏好性选择与利用研究. 北京: 北京林业大学硕士学位论文, 1-106.
- 赵伊琳, 王成, 白梓彤, 等. 2021. 城市化压力下鸟类群落变化及与城市植被关系. 生态学报, 31(2): 1-11.
- 赵正阶. 2001. 中国鸟类志. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1-600.
- 郑作新, 贾相刚, 傅守三, 等. 1957. 麻雀食物分析的初步报告. 动物学报, 23(3): 255-266.
- 钟原, 刘玉英, 邱金梅, 等. 2010. 圆明园植物资源与景观现状调查研究. 北京林业大学学报 32(1): 144-152.