

西方蜜蜂对东方蜜蜂采集行为及食物资源利用的影响*

孟柏达^{1**} 任晓晓^{1,2**} 龚雪阳¹ 陈新兰¹
胡晓玲¹ 卿卓¹ 李林庶³ 周丹银^{1***} 董坤^{1***}

(1. 云南高校蜜蜂资源可持续利用工程中心, 云南农业大学东方蜜蜂研究所, 云南农业大学动物科学技术学院, 昆明 650201; 2. 贵州省农业科学院蚕业研究所, 贵阳 550006; 3. 腾冲市畜牧工作站, 腾冲 679199)

摘要 【目的】在云南省腾冲市界头镇油菜花期, 比较西方蜜蜂 *Apis mellifera* L. 不同放蜂密度下东方蜜蜂 *Apis cerana* F. 采集行为和对食物资源利用的变化, 以期从食物资源竞争的角度为合理保护我国本土蜂种和维持植物群落结构及其稳定性提供科学依据。【方法】以界头镇为研究区域, 在油菜花期根据西方蜜蜂的蜂场分布、蜂群数量及放蜂密度, 确定了三个样点两种生境, 观察西方蜜蜂不同放蜂密度下对东方蜜蜂的采集行为、访花频率、单花采集停留时间及粉源植物利用的影响。【结果】在农田生境中, 西方蜜蜂放蜂密度最大的沙坝地试验点东方蜜蜂的访花频率最高 (14.93 朵/min), 单花采集停留时间最短 (1.96 s/朵), 采集油菜花粉的数量比例最低 (37%), 采集花粉的种类最多 (11 种植物), 与放蜂密度最小的新庄试验点相比, 上述指标差异均显著。在山林生境中, 西方蜜蜂放蜂密度最小的新庄试验点, 东方蜜蜂的访花频率最低 (8.48 朵/min), 单花采集停留时间最长 (4.55 s/朵), 采集油菜花粉的数量比例最高 (33%), 采集花粉的种类最少 (8 种植物), 与放蜂密度最大的沙坝地试验点相比, 上述指标差异均显著。【结论】在两种生境下, 西方蜜蜂放蜂密度对东方蜜蜂采集行为和粉源植物利用均有显著影响, 西方蜜蜂放蜂密度越大, 东方蜜蜂对大宗蜜源植物(油菜)花粉的采集量越少, 其采集区域由农田向山林转移的趋势越明显。**关键词** 西方蜜蜂; 东方蜜蜂; 种间竞争; 采集行为; 粉源植物

Effect of *Apis mellifera* L. on the foraging behavior of *Apis cerana* F.

MENG Bo-Da^{1**} REN Xiao-Xiao^{1, 2**} GONG Xue-Yang¹ CHEN Xin-Lan¹ HU Xiao-Ling¹
QING Zhuo¹ LI Lin-Shu³ ZHOU Dan-Yin^{1***} DONG Kun^{1***}

(1. Yunnan Provincial Engineering and Research Center Sustainable Utilization of Honeybee Resources, Eastern Bee Research Institute, College of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Sericultural Insitute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China; 3. Tengchong Livestock Work Station, Tengchong 679199, China)

Abstract 【Objectives】To determine the effects of different densities of *Apis mellifera* L. on the foraging of *Apis cerana* F. on *Brassica campestris* flowers. 【Methods】We surveyed the distribution of *A. cerana* and *A. mellifera* apiaries, the number of colonies and colony strength, and analyzed the effects of the colony density of *A. mellifera* on the foraging behavior of *A. cerana*. 【Results】In farmland, the average flower visiting frequency of *A. cerana* was highest (14.93 flowers per minute), and the average foraging time on each flower was lowest (1.96 second per flower), in the SBD experimental site, where the colony density of *A. mellifera*, was highest. The percentage of *B. campestris* pollen collected by *A. cerana* in the SBD experimental site was the lowest (37%), but the species diversity of pollen collected was the highest (11 kinds of pollen). The above indices were significantly different between the SBD and the XZ site, the latter had the lowest colony density of *A.*

*资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金项目 (31572339, 31460577); 国家现代蜂产业技术体系项目(CARS-44-KXJ13); 云南省中青年学术和技术带头人后备人才培养项目 (2018HB041)

**共同第一作者 Co-first authors, E-mail: 357000680@qq.com; xiaoxiaojiaoyou@126.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: dongkun19722004@aliyun.com; 120228197@qq.com

收稿日期 Received: 2019-02-21; 接受日期 Accepted: 2019-04-26

mellifera. In montane forest, the average flower visiting frequency by *A. cerana* was the lowest (8.48 flowers per minute), whereas the average foraging time spent on each flower was the highest (4.55 second per flower), in the XZ site. The percentage of *B. campestris* pollen collected by *A. cerana* in the XZ site was the highest (33%), but the species diversity of pollen collected was the lowest (8 kinds of pollen). The above indices were significantly different between the XZ and SBD sites. [Conclusion] Irrespective of whether hives are in farmland or montane forest, the colony density of *A. mellifera* had a significant effect on the foraging and the utilization of pollen resources by *A. cerana*. The amount of *B. campestris* pollen collected by *A. cerana* was less where *A. mellifera* colony density was higher, and the restriction of the foraging activity of *A. cerana* to montane forest was also more obvious.

Key words *Apis mellifera* L.; *Apis cerana* F.; interspecific competition; foraging behavior; pollen plants

东方蜜蜂 *Apis cerana* F. 作为我国的本土蜂种, 分布范围非常广泛, 且经过长期的进化, 能够良好适应我国各地的气候环境和蜜源条件, 并对胡蜂和蜂螨具有较强的抵抗能力(糜佳霖和谭垦, 2007; Zhang *et al.*, 2008; 吴杰, 2012), 是我国最早可以进行人工饲养并获得蜂产品的蜂种(Peng *et al.*, 2009)。而西方蜜蜂 *Apis mellifera* L. 作为引进蜂种, 因具有良好的生产性能和易于驯化的特点, 在引入我国后得到了迅速的发展, 其蜂群数量目前已经远大于东方蜜蜂(余林生等, 2008)。

虽然东方蜜蜂与西方蜜蜂均可为人类提供各种蜂产品, 并为植物进行授粉(郭冬生, 2010)。但由于两者在生存空间和食物资源利用等方面的生态位上存在重叠(刘宇佳等, 2013; 张炫等, 2013), 同域放蜂时必然会出现种间竞争现象, 而且西方蜜蜂由于体型大、数量多, 会对东方蜜蜂造成强大的竞争压力(李位三, 1991), 迫使其改变原有的采集模式和采集习惯(Goulson, 2003), 从而导致东方蜜蜂的种群数量不断缩减, 蜂种品质不断下降, 分布区域进一步收缩(季荣等, 2003), 最终影响到其生存。

在我国, 虽然早在 1988 年李位三就已基于东方蜜蜂、西方蜜蜂的种间竞争现象, 提出应采取相关措施以保护我国本土的中蜂资源的建议。但是, 由于我国学者对东方蜜蜂、西方蜜蜂种间竞争机制的研究还不够完善, 特别是同域放蜂时, 西方蜜蜂对东方蜜蜂采集行为和粉源植物利用所产生的影响很少有人研究, 东方蜜蜂、西方蜜蜂食物竞争的具体机制尚不清楚。因此, 目前尚无有效缓解东西方蜜蜂种间激烈竞争的措施。

近年来, 云南油菜种植面积不断扩大, 尤以云南省腾冲市增加更为明显, 每年吸引省外很多饲养西方蜜蜂的蜂农到此地早春繁蜂; 腾冲市植被丰富、生态条件优越, 本地东方蜜蜂饲养量较大, 西方蜜蜂饲养量很少。因此, 本研究选择在云南省腾冲市界头镇的油菜花期, 调查西方蜜蜂放蜂密度, 分析西方蜜蜂不同放蜂密度下东方蜜蜂的采集行为(访花频率、单花采集停留时间)、东方蜜蜂采集粉源植物的种类及其花粉所占比例, 以期从食物资源竞争的角度阐明西方蜜蜂对东方蜜蜂种群影响的生态机制, 为合理保护我国本土蜂种, 维持传粉蜂种群落结构及其稳定性提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究时间和地点

界头镇位于云南省腾冲市北部, 沿高黎贡山西麓南北走向, 属龙川江源头上游怀抱中的“花园盆地”, 地形南北狭长, 绵延约 50 km, 该镇油菜种植面积达 1.3 万 hm^2 , 花期持续 1 个月左右, 油菜花期气候温度湿润, 因此界头镇是云南早春繁蜂理想场地之一。本实验于 2018 年 2-3 月, 在腾冲市界头镇对本地东方蜜蜂、外地西方蜜蜂的分布及群势情况进行了详细调查, 根据西方蜜蜂放蜂密度梯度确定了相应的试验点, 并在各试验点围绕西方蜜蜂不同放蜂密度对东方蜜蜂采集行为和蜜粉源植物利用的影响开展了研究。

1.2 实验方法

1.2.1 试验点选择 根据往年情况, 界头镇西方

蜜蜂放蜂地通常分别集中在以沙坝地、新庄和大营三个村委会,因此,在界头镇选择了沙坝地、新庄与大营三个村委会(简称 SBD、XZ、DY)的两种生境(农田、山林),共 6 个试验点,以每个试验点为中心,调查围绕每个试验点 3 km 范围内东方蜜蜂、西方蜜蜂分布与数量。

1.2.2 东方蜜蜂、西方蜜蜂分布及群势情况调查
油菜花期内,在沙坝地、大营与新庄三个村委会分别就农田和山林两种生境对人工饲养的西方蜜蜂蜂场进行走访调查,统计西方蜜蜂的蜂群数量、平均群势,分析西方蜜蜂的放蜂密度。同时调查本地饲养的东方蜜蜂分布情况及并统计蜂群数量。

1.2.3 西方蜜蜂放蜂密度对东方蜜蜂采集行为的影响
农田中的观测:在距离各农田试验点中心位置 50 m 和 100 m 处,各随机选择 2 m×2 m 的样方 3 个,观测样方内的东方蜜蜂采集油菜花朵的行为。观察时用摄像机(索尼 HDR-XR5201)记录东方蜜蜂的访花行为,周围尽量避免人为干扰。在每个样方中,观察时间为 10:00-18:00,每隔 2 h 观察 1 次,每次观察的时间为 20 min。每个试验点隔 2 d 进行重复观测。用计数器统计东方蜜蜂、西方蜜蜂的数量,通过整理录像确定东方蜜蜂的访花频率、单花采集停留时间。通过对比,分析西方蜜蜂不同放蜂密度下,农田样方中东方蜜蜂采集行为的变化情况。

山林中的观测:为了比较不同生境下东方蜜蜂采集油菜时的访花频率、单花采集停留时间,对于山林试验点仍采用农田中样方观测方法,但山林中油菜种植零星分散,故同样选择 6 个样方观测,而对样方间距离不做严格限制。对于东方蜜蜂、西方蜜蜂拜访山林同期开花植物情况的研究,由于受到山林地形和植被的影响,不便选择固定样方,采取走动观测方式。10:00-18:00 沿山间小道观察并统计视野中东、西方蜜蜂的数量以及拜访的植物种类。每隔 2 h 观察 1 次,每次观察时间为 20 min,沿山间小道走 100 m,每个试验点隔 2 d 进行重复观测。为了便于比较,尽量保持不同试验点观测区域植被类型、景观相对一致。

1.2.4 西方蜜蜂放蜂密度对东方蜜蜂利用蜜源植物的影响
试验点周围显花植物调查、花朵采集:在 6 个试验点周围 3-5 km 范围内的山林和农田中调查显花植物种类并采集各种植物未散粉的花朵,置于 FAA 固定液(90 mL 70%乙醇+5 mL 甲醇+5 mL 冰乙酸)中保存,带回实验室 4℃ 保存供制作花粉永久玻片使用(孙会婷等, 2016)。显花植物调查及花粉采集每隔 6 d 进行一次,共 4 次。采集植物花朵时记录采集时间、地点并编号,同时拍摄显花植物的生态照片,供鉴定植物种类使用。

花粉永久玻片制作:本研究采用涂片法制作花粉永久玻片,首先切取适量花粉染剂(琼脂粉 5 g+去离子水 200 mL+丙三醇 200 mL+藏红 T 饱和液数滴,微波加热后冷却备用)置于干净的载玻片上,放在酒精灯上烘烤至融化,稍稍冷却后备用。将花朵从 FAA 固定液中取出,使用双蒸水冲洗干净,切下花药放置于花粉染剂中并用镊子将花药夹碎,使花粉散落出来,轻轻盖上盖玻片,避免产生气泡。花粉玻片制作完毕后,标注编号、植物种类、采集时间及地点,放置于高倍显微镜下调好视野后拍照(Delaplane *et al.*, 2013; 陈新兰和董坤, 2017)。

东方蜜蜂花粉团收集及其花粉种类和数量比例分析:在各试验点选择东方蜜蜂 3 群用于收集花粉团,收集时在每群东方蜜蜂巢门口安装一个脱粉器,脱粉器下放置一个干净的浅盘。每天下午 18:00 收集浅盘上的花粉团,标明采集时间及地点,带回实验室 4℃ 保存备用。每隔 6 d 安装一次脱粉器,每群东方蜜蜂各收集 4 次。

对每种颜色的花粉团随机选择 10 粒(不够 10 粒的有几粒取几粒),分别置于离心管中,加入 1 mL 30% 的双蒸水溶解,之后 3 000 r/min 离心 10 min,倒弃上清;向离心管中加入 1 mL 冰乙酸,摇匀后静置 2 h,然后再 3 000 r/min 离心 10 min,倒弃上清;向离心管中加入新配置的乙酰解的混合液(乙酸酐 浓硫酸=9:1)1 mL, 85℃ 水浴 8 min,取出后冷却备用(胡适宜, 1987);取 1 个干净的载玻片,滴上适量样液,小心盖上盖玻片,在 400 倍显微镜下观测并拍

照, 每张玻片观察 10 个视野; 根据植物花粉图谱和制备好的对照花粉玻片鉴别花粉种类, 记录每个视野中各种花粉的个数, 得出每种花粉所占百分比; 取 1 个干净的血球计数板, 在中央计数室盖上盖玻片, 取 10 μL 样液置于盖玻片的边缘, 使样液慢慢渗入, 静置 5 min 后在显微镜下观察计数, 每个样本计数 3 次, 统计每个花粉团所含花粉的总数量, 分析西方蜜蜂不同放蜂密度对东方蜜蜂利用蜜粉源植物的影响。

1.3 数据处理

农田中观测数据的处理: 统计农田试验点各样方中东方蜜蜂、西方蜜蜂数量并计算东方蜜蜂数量相对于这两种蜜蜂总数量的比例, 统计各样方中东方蜜蜂的访花频率及单花采集停留时间, 基于以上数据分别对距离试验点中心位置 50 m 和 100 m 处样方中的东方蜜蜂所占比例、访花频率及单花采集停留时间进行 t -检验, 并运用 SPSS 22.0 程序对东方蜜蜂所占比例、访花频率及单花采集停留时间进行整体描述、方差分析和 Duncan's 多重分析, 运用 Excel 2010 软件对数据分析结果 (主要包括均值、标准差和差异性) 进行做图。

山林中观测数据的处理: 统计山林生境不同试验点各观测区域中东方蜜蜂、西方蜜蜂数量并

计算东方蜜蜂数量相对于这两种蜜蜂总数量的比例, 运用 SPSS 22.0 程序对山林生境三个试验点观测区域内东方蜜蜂所占比例、访花频率及单花采集停留时间进行整体描述、方差分析和 Duncan's 多重分析, 运用 Excel 2010 软件对数据分析结果 (主要包括均值、标准差和差异性) 进行做图。

2 结果与分析

2.1 东方蜜蜂、西方蜜蜂蜂群分布及西方蜜蜂放蜂密度梯度

分别在油菜花初花期、盛花期, 对选定的 6 个试验点周围的西方蜜蜂蜂场、东方蜜蜂蜂群进行了走访调查, 记录了西方蜜蜂蜂场的蜂群数量和平均群势, 以及东方蜜蜂蜂群的分布情况和数量 (表 1)。

由表 1 可以看出, 沙坝地农田试验点周围 3 km 范围内的西方蜜蜂蜂群数量最多、放蜂密度最高, 其次是大营农田试验点, 新庄山林试验点西方蜜蜂蜂群数量最低。农田各试验点西方蜜蜂放蜂密度梯度为: 沙坝地>大营>新庄, 相似地山林各试验点西方蜜蜂放蜂密度梯度也为: 沙坝地>大营>新庄。

表 1 不同试验点西方蜜蜂的放蜂密度
Table 1 Colony densities of *Apis mellifera* in each experimental sites

生境类型 Habitat type	试验点 Experimental site	西方蜜蜂蜂场数 (个) Quantities of <i>A. mellifera</i> apiaries (ind.)	西方蜜蜂蜂群数 (群) Quantities of <i>A. mellifera</i> (colonies)	平均群势 (脾) Average colony population (comb)	密度梯度 Density gradient
农田 Farmland	SBD	20	2 810	8.85	高 High
	DY	14	2 055	8.37	中 Centre
	XZ	5	810	9.65	低 Low
山林 Mountain forest	SBD	11	1 560	8.72	高 High
	DY	9	1 220	8.54	中 Centre
	XZ	3	510	9.65	低 Low

每个试验点调查范围为试验点周围 3 km 范围内。

The investigation range of each experiment site is within the range of 3 km around the experiment site.

东方蜜蜂通常为农户在房前屋后使用传统的蜂桶饲养, 饲养规模较小, 疏于管理, 群势差

异大。总体上, 山林生境各试验点东方蜜蜂饲养量大于农田生境相应的试验点, 大营山林试验点

周围 3 km 范围内的东方蜜蜂蜂群数量最多；农田和山林生境中各试验点东方蜜蜂蜂群数量均表现为：大营>新庄>沙坝地。

2.2 西方蜜蜂不同放蜂密度对东方蜜蜂采集行为的影响

2.2.1 农田生境中东方蜜蜂所占比例、访花频率和单花采集停留时间

通过对距离试验点中心位置 50 m 和 100 m 处样方中的东方蜜蜂所占比例、访花频率及单花采集停留时间进行 *t*-检验，发现每个农田试验点（沙坝地、大营、新庄）50 m 和 100 m 处样方内东方蜜蜂的比例、访花频率及单花采集停留时间均没有显著差异，因此，距离试验点中心位置 50 m 和 100 m 处设置的样方可以看作同一试验点的重复样方。

对农田 3 个试验点样方中东方蜜蜂所占的比例进行统计分析，结果如图 1 所示，沙坝地农田样方中东方蜜蜂的比例为 37.65%，明显小于大营农田试验点 ($P<0.01$) 和新庄农田试验点 ($P<0.01$)，且差异均极显著，而大营农田试验点和新庄农田试验点东方蜜蜂的比例不存在显著差异 ($P>0.05$)。

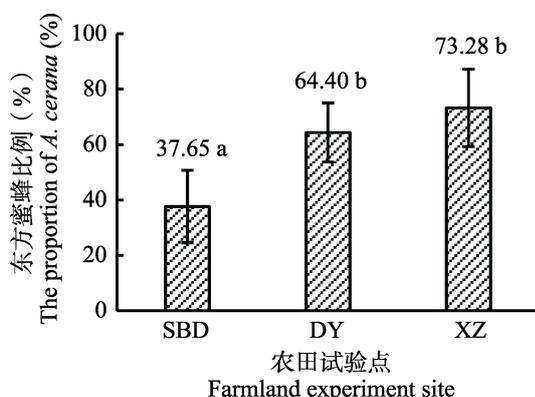


图 1 西方蜜蜂不同放蜂密度下农田样方中东方蜜蜂数量比例

Fig. 1 The proportion of *Apis cerana* to two honeybee species (*Apis cerana* and *Apis mellifera*) in the quadrat of *Brassica campestris* farmland with different colony densities of *Apis mellifera*

柱上标有不同字母表示 0.01 水平差异极显著。横坐标中 SBD、DY、XZ 分别为沙坝地、大营、新庄试验点的缩写。下图同。

Histograms with different letters indicate extremely

significant difference at 0.01 level. Abscissa with SBD, DY, XZ are abbreviations of Shabadi, Daying and Xin Zhuang experimental sites respectively. The same below.

对比农田 3 个试验点东方蜜蜂的访花频率，结果显示 3 个试验点之间东方蜜蜂的访花频率差异均极显著 ($P<0.01$)，结果见图 2。沙坝地农田样方中东方蜜蜂的平均访花频率最大，达到了 14.93 朵/min，3 个农田试验点样方中东方蜜蜂的平均访花频率大小顺序为：沙坝地>大营>新庄。

对农田 3 个试验点东方蜜蜂的单花采集停留时间进行比较，结果显示 3 个试验点之间东方蜜蜂的单花采集停留时间差异均极显著 ($P<0.01$)。由图 2 可知，沙坝地农田样方中东方蜜蜂的单花采集停留时间明显小于大营和新庄农田试验点，为 1.96 s/朵。

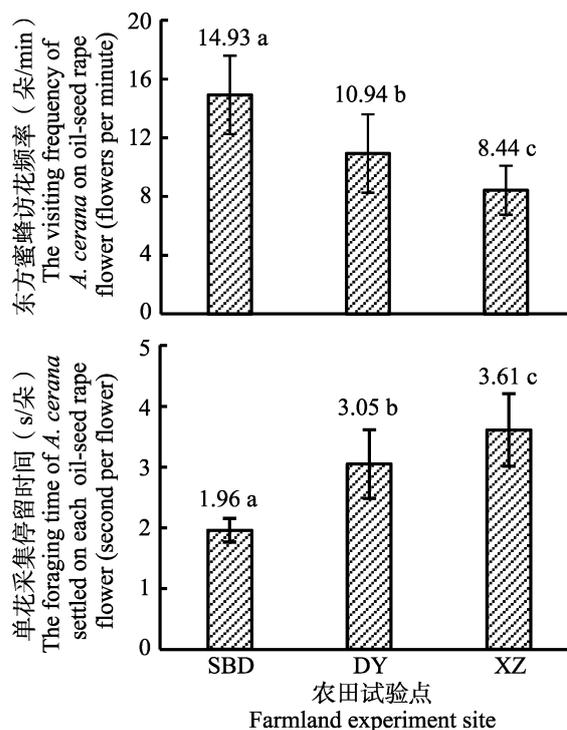


图 2 西方蜜蜂不同放蜂密度下农田样方中东方蜜蜂的访花频率和单花采集停留时间

Fig. 2 The visiting frequency and the foraging time of *Apis cerana* settled on each *Brassica campestris* flower in quadrats of the farmlands with different colony densities of *Apis mellifera*

2.2.2 山林生境中东方蜜蜂所占比例、访花频率和单花采集停留时间

对山林生境 3 个试验点观测区域内东方蜜蜂所占比例进行统计分析，结

果如图 3 所示,沙坝地与新庄两试验点之间东方蜜蜂的比例存在显著差异 ($P < 0.01$),而大营试验点东方蜜蜂的比例与沙坝地山林试验点 ($P > 0.05$) 和新庄山林试验点 ($P > 0.05$) 相比差异均不显著。

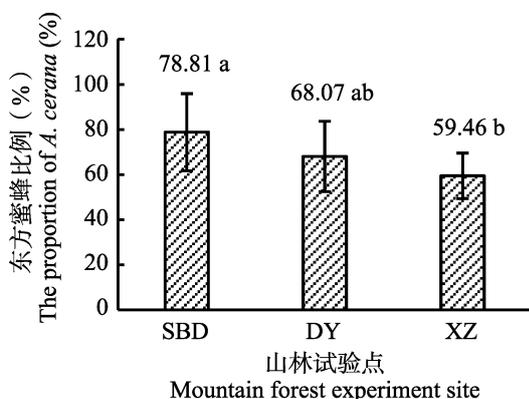


图 3 西方蜜蜂不同放蜂密度下山林中东方蜜蜂数量比例
Fig. 3 The proportion of *Apis cerana* to two honeybee species (*Apis cerana* and *Apis mellifera*) in the mountain forest with different colony densities of *Apis mellifera*

对比山林生境不同试验点东方蜜蜂的访花频率,结果显示:沙坝地试验点分别与大营和新庄山林试验点东方蜜蜂的访花频率差异极显著 ($P < 0.01$),而大营试验点与新庄试验点东方蜜蜂的访花频率差异不显著 ($P > 0.05$),沙坝地山林中东方蜜蜂的平均访花频率为 10.90 朵/min,显著高于大营和新庄山林(图 4)。

对山林生境不同试验点东方蜜蜂的单花采集停留时间进行比较,结果见图 4,沙坝地试验点东方蜜蜂的单花采集停留时间分别与大营和新庄相比较,差异均极显著 ($P < 0.01$),而大营试验点东方蜜蜂的单花采集停留时间与新庄相比较差异不显著 ($P > 0.05$)。沙坝地山林中东方蜜蜂的单花停留时间为 3.90 s/朵,显著低于大营和新庄山林试验点。

2.3 西方蜜蜂不同放蜂密度对东方蜜蜂利用粉源植物情况的影响

2.3.1 显花植物调查及花粉玻片制作 油菜花期,对供试东方蜜蜂蜂群周围 3-5 km 范围内的显花植物种类进行了调查,采集了植物花粉,制作了对照花粉玻片,并使用带照相机的“Zeiss”

生物显微镜对花粉永久玻片进行了拍照。请植物分类工作者根据植物生态照片及花粉照片对显

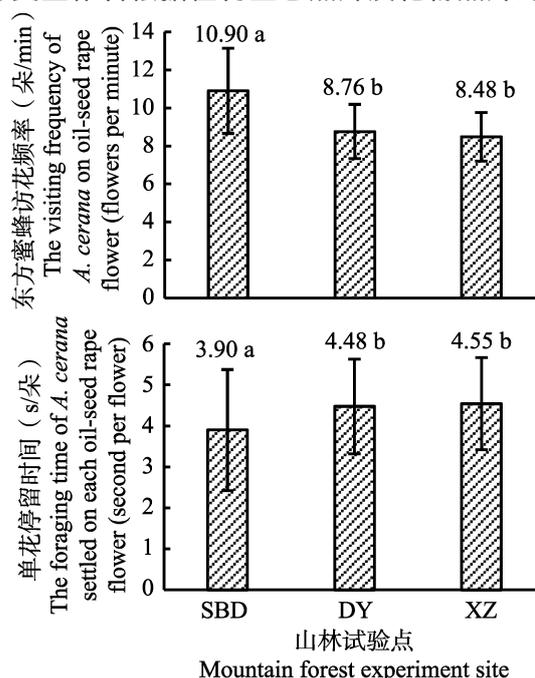


图 4 西方蜜蜂不同放蜂密度下山林中东方蜜蜂的访花频率和单花采集停留时间

Fig. 4 The visiting frequency and the foraging time of *Apis cerana* settled on each *Brassica campestris* flower in quadrats of the mountain forest with different colony densities of *Apis mellifera*

花植物种类进行鉴定,经鉴定油菜花期共采集到同域同期开花的显花植物有 72 种,隶属于 23 目,34 科,63 属。

2.3.2 西方蜜蜂不同放蜂密度下东方蜜蜂花粉团所涉及的花粉种类及其数量 将东方蜜蜂花粉团溶解后制作玻片,根据对照花粉玻片及植物花粉图谱,观察并鉴定花粉团所涉及的花粉种类,计算每种花粉数量占总花粉数量的比例,结果如图 5 所示。油菜花期,农田生境试验点的东方蜜蜂蜂群采集油菜花粉的比例为 37%-54%,采集其他粉源的比例为 46%-63%。其中沙坝地东方蜜蜂采集油菜花粉的数量比例为 37%,采集的其他粉源植物主要为金荞麦、碎米荠和藿香蓟;大营的东方蜜蜂采集油菜花粉的数量比例为 40%,采集的其他粉源植物主要为金荞麦、栽秧泡和乌药;新庄的东方蜜蜂采集油菜花粉的数量比例为 54%,采集的其他粉源植物主要为金荞麦

和花椰菜。

油菜花期,山林生境试验点的东方蜜蜂蜂群采集油菜花粉的比例为 19%-33%,其中沙坝地的东方蜜蜂采集油菜花粉的数量比例为 19%,采集的其他粉源植物主要为千里光、乌药和狗筋蔓;大营的东方蜜蜂采集油菜花粉的数量比例为 28%,采集的其他粉源植物主要为金荞麦、乌药和白花甘蓝;新庄的东方蜜蜂采集油菜花粉的数

量比例为 33%,采集的其他粉源植物主要乌药、金荞麦和白花甘蓝。

不管农田还是山林生境,西方蜜蜂放蜂密度越大的试验点,东方蜜蜂采集油菜花粉所占的比例越低,而采集粉源植物的种类越多。同时山林生境与农田生境相比,山林试验点东方蜜蜂采集油菜花粉所占的比例均低于相应的农田试验点,而采集粉源植物的种类均多于相应的农田试验点。

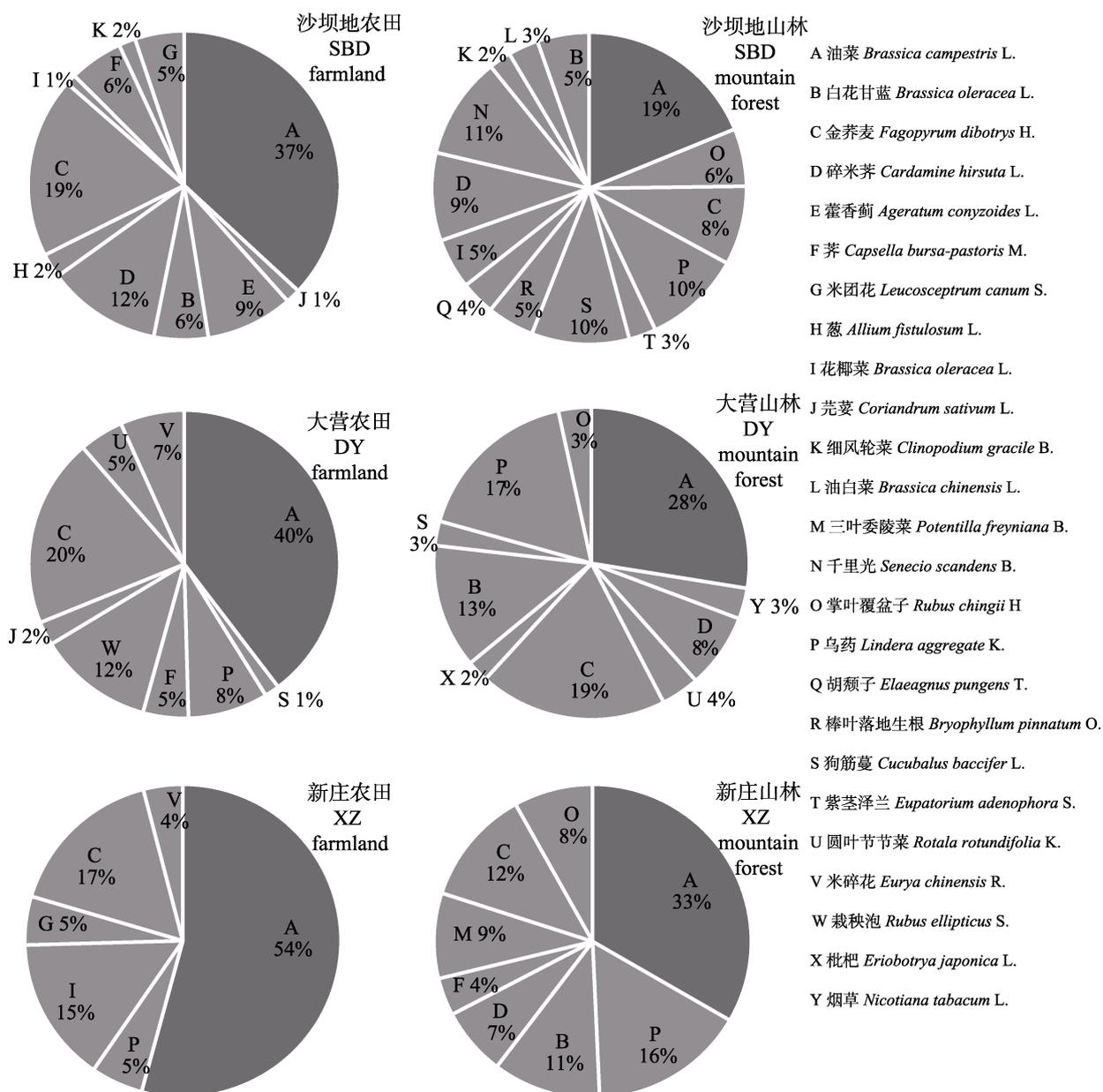


图 5 各试验点东方蜜蜂采集的植物花粉的种类及比例
 Fig. 5 Plant species and pollen proportion involved in pollen loads collected from *Apis cerana* at each experimental site in two habitats

3 结论与讨论

昆虫采集行为是指访花昆虫在花部进行吸食花蜜或采集花粉的一系列动作,通常观察昆虫采集行为的指标为访花频率和单花采集停留时间。昆虫的访花频率与蜜粉源植物本身的开花泌蜜规律及花形有着极为密切的关系,而单花采集停留时间则主要取决于昆虫与植物协同进化的程度、访花取得的报偿类型(花蜜或花粉)、获得报偿的难易程度及是否有外界环境的干扰(杨冠煌, 2005; Scott *et al.*, 2014)。西方蜜蜂的存在及其与东方蜜蜂的种间竞争影响到了东方蜜蜂在油菜蜜源上的采集行为,本研究中不同生境下各试验点西方蜜蜂放蜂密度存在梯度变化,导致东方蜜蜂的访花行为指标发生了不同程度的变化。在西方蜜蜂密度大的农田试验点样方内东方蜜蜂出现的比例小、访花频率高、单花采集停留时间短;在东方蜜蜂数量多的山林区域内东方蜜蜂单花采集停留时间增长,访花频率降低。我们推测西方蜜蜂放蜂密度大的试验点东方蜜蜂从每朵油菜花朵中获得的报酬减少,与西方蜜蜂放蜂密度小的试验点相比,东方蜜蜂需拜访更多的花朵才能得到等量的报酬。

西方蜜蜂由于个体较大,且通常能够维持强群,对处于平缓地势的大宗蜜源具有较强的采集能力;而东方蜜蜂的个体较小,但是飞行速度快,出巢采集勤奋且嗅觉灵敏,能够发现并善于利用分散的零星蜜源(吴艳光等, 2006)。本研究发现在西方蜜蜂放蜂密度低的新庄农田试验点,东方蜜蜂能够较好的利用大宗蜜源,其在油菜花上的采集停留时间和采集油菜花粉的比率分别达到了 3.61 s/朵和 54%,而在西方蜜蜂放蜂密度高的沙坝地农田试验点东方蜜蜂在油菜花上的采集停留时间和采集油菜花粉的比率则降低至 1.96 s/朵和 37%,其对大宗蜜源的利用程度明显降低,这种现象表明东方蜜蜂在西方蜜蜂数量多的大宗蜜源场地受到了竞争排斥,并朝着零星蜜粉源数量较多的山林区域转移。本实验在山林中的研究印证了农田西方蜜蜂放蜂密度大时东方

蜜蜂会被排挤到山林中的分析,具体为东方蜜蜂在农田生境中的单花采集停留时间(沙坝地 1.96 s/朵、大营 3.05 s/朵、新庄 3.61 s/朵)均低于其对应的山林生境(沙坝地 3.90 s/朵、大营 4.48 s/朵、新庄 4.55 s/朵),而且农田生境中东方蜜蜂对大宗蜜源油菜花粉的采集比例(沙坝地 37%、大营 40%、新庄 54%)均高于其对应的山林生境(沙坝地 19%、大营 28%、新庄 33%)。因此,我们认为东方蜜蜂对大宗蜜源利用程度低的原因并非是因为不喜欢采集大宗蜜源,而是迫于西方蜜蜂的竞争压力在一定程度上不得不放弃对大宗蜜源的采集,并朝着零星蜜粉源植物数量较多的山林区域方向转移。

国外也开展过引入外来蜂种对本地传粉蜂采集行为影响的相关研究,如 Ingolf 和 Teja (2000)对意大利蜜蜂与德国本地野生传粉蜂类的种间竞争进行的研究,就发现意大利蜜蜂因与本地野生传粉蜂类生态位重叠,食物竞争激烈,迫使本地野生传粉蜂类改变了其原有的采集偏好;Fayez 和 Shereen (2006)的研究则证明了西方蜜蜂能够凭借其种群数量优势迫使美国本地传粉蜂类访问回报较少、质量较差的蜜粉源植物,最终导致本地蜜蜂种群繁殖力下降。本研究中,在西方蜜蜂放蜂密度大的试验点,东方蜜蜂不得不花费更多的时间和体力采集山林中的零星蜜源,但这种情况下是否会对东方蜜蜂种群的种群繁殖力造成影响还有待进一步研究。

参考文献 (References)

- Chen XL, Dong K, 2017. Review on the methods of evaluating pollen identity, quantity and viability on honeybees. *Apiculture of China*, 68(11): 18-21. [陈新兰, 董坤, 2017. 蜜蜂体表携带花粉种类、数量和活力评估的研究方法. *中国蜂业*, 68(11): 18-21.]
- Delaplane KS, Dag A, Danka RG, Freitas BM, Garibaldi LA, Goodwin RM, 2013. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 1-28.
- Fayez S, Shereen E, 2006. Impact of introduced honey bees on native bees at St. Katherine Protectorate, South Sinai, Egypt.

- International Journal of Agriculture and Biology*, 8(2): 191–194.
- Dave G, 2003. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1): 1–26.
- Guo DS, 2010. Progress in applications of honeybee. *Apiculture of China*, 61(8): 43–44. [郭冬生, 2010. 蜜蜂应用的相关进展. *中国蜂业*, 61(8): 43–44.]
- Hu SY, 1987. Embryology of Angiosperms. Beijing: Higher Education Press, 20–51. [胡适宜, 1987. 被子植物胚胎学. 北京: 高等教育出版社. 20–51.]
- Ingolf SD, Teja T, 2000. Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, 122(2): 288–296.
- Ji R, Xie BY, Yang GH, Dianmo L, 2003. From introduced species to invasive species—a case study on the Italian bee *Apis mellifera* L.. *Chinese Journal of Ecology*, 22(5): 70–73. [季荣, 谢宝瑜, 杨冠煌, 李典谟, 2003. 从有意引入到外来入侵——以意大利蜜蜂 *Apis mellifera* L. 为例. *生态学杂志*, 22(5): 70–73.]
- Liu YJ, Zhao TR, Zhao FY, 2013. Melissopalynology and trophic niche of *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica* in Yunnan province of southwest China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 24(1): 205–210. [刘宇佳, 赵天瑞, 赵风云, 2013. 云南中华蜜蜂与意大利蜜蜂的蜂蜜孢粉学和营养生态位. *应用生态学报*, 24(1): 205–210.]
- Li WS, 1991. Quantitative declination of Chinese bee colonies and its causes. *Chinese Journal of Ecology*, 10(5): 50–53, 61. [李位三, 1991. 中华蜜蜂群体数量缩减及其原因的探讨. *生态学杂志*, 10(5): 50–53, 61.]
- Li WS, 1988. On beekeeping division of Anhui province. *Chinese Journal of Ecology*, (1): 41–44. [李位三, 1988. 安徽省养蜂区划问题的研究. *生态学杂志*, (1): 41–44.]
- Mi JL, Tan K, 2007. Research progress of *Apis cerana* taxonomy in China. *Apiculture of China*, 58(7): 13–14, 16. [糜佳霖, 谭垦, 2007. 中国东方蜜蜂分类研究结果和进展. *中国蜂业*, 58(7): 13–14, 16.]
- Peng X, Min S, Chen X, 2009. Antimicrobial peptide evolution in the Asiatic honey bee *Apis cerana*. *PLoS ONE*, 4 (1): e4239.
- Sun HT, Jiang S, Liu JM, Guo YJ, Shen GS, Gu S, 2016. Structure and ecological adaptability of the leaves of three asteraceae species at different altitudes on the Qinghai-Tibet Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 36(6): 1559–1570. [孙会婷, 江莎, 刘婧敏, 郭亚娇, 沈广爽, 古松, 2016. 青藏高原不同海拔 3 种菊科植物叶片结构变化及其生态适应性. *生态学报*, 36(6): 1559–1570.]
- Scott VC, Groom, Ngo HT, Rehan SM, Skelton P, Stevens MI, Schwarz MP, 2014. Multiple recent introductions of apid bees into Pacific archipelagos signify potentially large consequences for both agriculture and indigenous ecosystems. *Biological Invasions*, 16(11): 2293–2302.
- Wu J, 2012. Honeybee Science. Beijing: China Agricultural Press. 6–15. [吴杰, 2012. 蜜蜂学. 北京: 中国农业出版社. 6–15.]
- Wu YG, Ren BZ, Du XJ, Guano ZY, Li N, 2006. Research on pollinators in north slope of Changbai mountain ()—The pollinators behavior of pollination. *Journal of Jilin Agricultural University*, 28(6): 613–618. [吴艳光, 任炳忠, 杜秀娟, 官昭瑛, 李娜. 长白山北坡访花昆虫研究()——访花昆虫的访花行为. *吉林农业大学学报*, 28(6): 613–618.]
- Yu LS, Zou YD, Cao YF, Bi SD, Wu HC, Ding J, 2008. Comparative study on the niches of *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana cerana*. *Acta Ecologica Sinica*, 28(9): 4575–4581. [余林生, 邹运鼎, 曹义锋, 毕守东, 巫厚长, 丁建, 2008. 西方蜜蜂(*Apis mellifera*)与中华蜜蜂(*Apis cerana*)的生态位比较. *生态学报*, 28(9): 4575–4581.]
- Yang GH, 2005. Harm of introducing the western honeybee *Apis mellifera* L. to the Chinese honeybee *Apis cerana* F. and its ecological impact. *Acta Entomologica Sinica*, 48(3): 401–406. [杨冠煌, 2005. 引入西方蜜蜂对中蜂的危害及生态影响. *昆虫学报*, 48(3): 401–406.]
- Zhang CX, Tang XD, Cheng JA, 2008. The utilization and industrialization of insect resources in China. *Entomological Research*, 38(s1): S38–S47.
- Zhang X, Zhou DY, Zhao WZ, Liu YQZ, Wang JMZ, He SY, 2013. Habitat proximity or overlap of the Asian bee (*Apis cerana*) and european (*Apis mellifera*) emerge new pathogens. *Apiculture of China* 64(Z2): 20–23. [张炫, 周丹银, 赵文正, 刘意秋, 汪建民, 和绍禹, 2013. 东西方蜜蜂生境重叠导致的新病原扩散. *中国蜂业*, 64 (Z2): 20–23.]