

# 云南中华蜜蜂与意大利蜜蜂的蜂蜜 孢粉学和营养生态位\*

刘宇佳 赵天瑞 赵风云\*\*

(昆明理工大学食品工程研究中心, 昆明 650500)

**摘要** 2010—2011年分别在云南昆明和蒙自地区采集中华蜜蜂与意大利蜜蜂的蜂蜜样品, 进行蜂蜜孢粉学与营养生态位分析. 结果表明: 中华蜜蜂蜂蜜绝对花粉浓度为  $1.55 \text{ 万个} \cdot \text{g}^{-1}$ , 显著高于意大利蜜蜂 ( $1.01 \text{ 万个} \cdot \text{g}^{-1}$ ). 中华蜜蜂采集的蜜源植物种类为 12.9 个, 显著多于意大利蜜蜂 (7.7 个). 说明意大利蜜蜂对蜜源植物的选择性更强, 中华蜜蜂则能利用更多的蜜源植物资源. 中华蜜蜂的营养生态位宽度为 0.35, 显著大于意大利蜜蜂 (0.23). 中华蜜蜂和意大利蜜蜂之间的营养生态位重叠度为 0.71, 种间竞争系数为 0.93, 表明 2 种蜜蜂对食物资源的竞争激烈.

**关键词** 中华蜜蜂 意大利蜜蜂 蜂蜜孢粉学 蜜源植物 营养生态位

**文章编号** 1001-9332(2013)01-0205-06 **中图分类号** Q143.2 **文献标识码** A

**Melissopalynology and trophic niche of *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica* in Yunnan Province of Southwest China.** LIU Yu-jia, ZHAO Tian-rui, ZHAO Feng-yun (Research Center of Food Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2013, 24(1): 205–210.

**Abstract:** In 2010 and 2011, the honey samples of *Apis cerana cerana* and *A. mellifera ligustica* were collected from Kunming and Mengzi of Yunnan Province, respectively, aimed to analyze the melissopalynology and trophic niche of the two bee species. The absolute pollen concentration of the honey of *A. cerana cerana* was  $1.55 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{g}^{-1}$ , being significantly higher than that ( $1.01 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{g}^{-1}$ ) of *A. mellifera ligustica*, and the number of nectar plant species collected by *A. cerana cerana* was 12.9, also significantly higher than that (7.7) collected by *A. mellifera ligustica*, indicating that *A. cerana cerana* could utilize more nectar plants, while *A. mellifera ligustica* had stronger selectivity to the nectar plants. The trophic niche breadth of *A. cerana cerana* was 0.35, which was significantly higher than that (0.23) of *A. mellifera ligustica*. The trophic niche overlap index between the two bee species was 0.71, and the interspecific competition index was 0.93, suggesting that the food competition between *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica* was fierce.

**Key words:** *Apis cerana cerana*; *A. mellifera ligustica*; melissopalynology; nectar plant; trophic niche.

蜜蜂是重要的传粉昆虫,对植物群落的物种多样性具有重要影响,同时还可可为人类提供蜂蜜、蜂王浆、蜂胶等蜂产品,是一种重要的经济昆虫. 中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana*) 是中国最具优势、分布最广的本土蜂种. 19 世纪末,西方蜜蜂引入我国,中华蜜蜂的分布面积和种群数量逐渐下降. 西方蜜蜂中意大利蜜蜂 (*A. mellifera ligustica*) 是我国目前饲养的主

要蜂种. 意大利蜜蜂与中华蜜蜂是同属于蜜蜂属的不同亚种<sup>[1]</sup>. 它们在形态和习性以及工蜂间信息传递上基本相似<sup>[2]</sup>. 由于意大利蜜蜂有较高的生产性能,蜂农乐于选择饲养,使其种群数量日益增加;而伴随着自然植被破坏,植物种类单一等原因,中华蜜蜂生存地域和种群数量不断压缩减少<sup>[3]</sup>,全国中华蜜蜂分布区域较西方蜜蜂引进前缩小 75% 以上<sup>[4]</sup>.

蜂蜜孢粉学 (melissopalynology) 是研究蜂蜜中花粉信息的科学,是孢粉学的一个重要分支. 应用蜂蜜孢粉学技术,可以有效鉴定不同地区蜜源植物的

\* 云南省科技厅应用基础研究计划项目 (2011FZ046) 资助.

\*\* 通讯作者. E-mail: zhaofy@kmust.edu.cn

2012-03-13 收稿, 2012-10-18 接受.

表 1 采集地基本概况  
Table 1 Basic status of sampling regions

地区 Region	地理坐标 Geographic coordinate	海拔 Altitude (m)	年均气温 Mean annual temperature (℃)	年均降水量 Mean annual precipitation (mm)	无霜期 Non-frost period (d)	年均日照时数 Mean annual sunshine (h)
昆明 Kunming	25°08' N, 102°44' E	1955	14.9	1011.3	240	2200
蒙自 Mengzi	23°31' N, 103°25' E	1288	18.6	857.7	337	2234

种类与蜜蜂的利用程度<sup>[5]</sup>,而对来自不同蜂种的蜂蜜进行孢粉学分析,有助于了解蜜蜂种群间的营养生态位关系<sup>[6-8]</sup>.

本文通过检测 2 种蜜蜂蜂蜜中花粉的种类与比例,运用生态位理论分析方法,测定 2 个蜂种的生态位宽度、生态位重叠以及种间竞争程度,以期科学评估外来蜂种对本土蜂种的影响程度,为保护蜜蜂种质资源以及科学管理提供依据.

1 研究地区与研究方法

1.1 样品采集地概况

云南省复杂的地形地貌及多样的气候类型,形成了植物种类的多样性.昆明位于云南省中部,地势由北向南呈阶梯状逐渐降低,城区坐落于滇池坝子.蒙自县位于云南省东南部、红河哈尼族彝族自治州东部,处珠江与红河分水岭两侧,属云南省六大坝子之一.气候均属亚热带高原季风气候类型.在昆明和蒙自地区,春、冬季节有多种植物开花.春季有大面积种植的油菜(*Brassica campestris*)、苕子(*Vicia cracca*)等,冬季有较大面积的野藿香(*Elsholtzia densa*),可以生产大宗的单花种蜂蜜.同时,这两个地区的蜜蜂养殖业比较发达,蜜源植物种类丰富,利用充分.其自然概况见表 1.

1.2 采样方法

于云南省农业科学院蚕蜂研究所(蒙自)实验蜂场和云南农业大学东方蜜蜂研究所(昆明)实验蜂场共采集中华蜜蜂与意大利蜜蜂蜂蜜样品各 15 个,其中,春蜜样品各 8 个,冬蜜样品各 7 个(表 2).中华蜜蜂与意大利蜜蜂蜂场相距约 300 m.为防止花粉或蜂粮影响检测结果,蜂蜜样品通过自制取蜜器逐个从巢房中取得.

1.3 孢粉学分析

蜂蜜的孢粉学分析采用改良的醋酸酐分解法<sup>[9]</sup>:精确称量蜜样 10 g,用 20 mL 30 ℃ 左右的蒸馏水溶解,移入离心管,3000 r · min<sup>-1</sup> 离心 10 min,弃去上清液;加入 2 mL 冰乙酸,摇匀静置 2 h,3000 r · min<sup>-1</sup> 离心 10 min,倒去上清液.加入新配制的醋

酸酐-浓硫酸(9 : 1)混合液 1 mL,85 ℃ 下水浴 8 min.取出后冷却待检.

**1.3.1 花粉的种类和百分比测定** 取载玻片,滴入一滴样液,盖上盖玻片,在 400 倍显微镜下观测,每张玻片观察 10 个视野,对照制备好的蜜源植物花粉图片,鉴别蜂蜜中的花粉种类,记录每个视野中各种花粉的个数,得出蜂蜜中花粉的种类和每种花粉所占百分比.

**1.3.2 绝对花粉浓度**(absolute pollen concentration, APC)测定 取血球计数板,在中央计数室上盖上盖玻片,取一滴样液置于盖玻片的边缘,使样液缓慢渗入,静置 5 min,在显微镜下观察计数.每个样品计数 6 次.

1.4 生态位分析

对中华蜜蜂与意大利蜜蜂的营养生态位宽度、营养生态位重叠度、种间竞争程度进行计算.

**1.4.1 营养生态位宽度** 采用 Levins<sup>[10]</sup> 的生态位宽度指数(*B*)测度:

$$B = 1/S \sum_{i=1}^S P_i^2$$

式中:*B* 为物种的生态位宽度;*S* 为资源的等级数;*P<sub>i</sub>* 为物种利用第 *i* 等级资源占所利用总资源的比例.

**1.4.2 营养生态位重叠** 采用 Colwell 和 Futuyma<sup>[11]</sup> 的生态位相似性比例(*C*)测度:

$$C_{ij} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{h=1}^S |P_{ih} - P_{jh}|$$

式中:*C<sub>ij</sub>* 为物种 *i* 和物种 *j* 的生态位相似性比例,并且 *C<sub>ij</sub>* = *C<sub>ji</sub>*; *P<sub>ih</sub>*、*P<sub>jh</sub>* 为物种 *i* 和物种 *j* 在 *h* 资源序列中

表 2 蜂蜜样品的采集信息  
Table 2 Information of the honey samples

蜂蜜 Honey	蜂种 Bee species	采集地 Collecting region	采集时间 Collecting time
S1-8	中华蜜蜂 <i>A. cerana cerana</i>	蒙自 Mengzi	2011-05
W1-7	中华蜜蜂 <i>A. cerana cerana</i>	昆明 Kunming	2010-11
S1-8	意大利蜜蜂 <i>A. mellifera ligustica</i>	蒙自 Mengzi	2011-05
W1-7	意大利蜜蜂 <i>A. mellifera ligustica</i>	昆明 Kunming	2010-11

S:春季蜂蜜 Spring honey; W:冬季蜂蜜 Winter honey.

利用总资源的比例; $S$  为资源序列的等级数.

**1.4.3 种间竞争** 采用 May 的种间竞争系数( $\alpha$ )<sup>[12]</sup> 测度:

$$\alpha = \sum P_i P_j / (\sum P_i^2 \sum P_j^2)^{1/2}$$

式中: $\alpha$  为物种  $i$  和物种  $j$  在相同资源中的竞争系数; $P_i$  和  $P_j$  分别表示物种  $i$  和物种  $j$  在各资源序列中的比例. 当  $\alpha \geq 1$  时,表明 2 个物种在该资源利用上竞争不激烈;当  $\alpha < 1$  时,表明竞争激烈.

**1.5 数据处理**

采用 Excel 2007 软件对数据进行统计分析和作图,采用 SPSS 17.0 软件单因素方差分析 (one-way ANOVA) 和 LSD 法进行数据的显著性分析 ( $\alpha = 0.05$ ).

**2 结果与分析**

**2.1 蜂蜜孢粉学分析**

由表 3 可以看出,中华蜜蜂蜂蜜的花粉种类和 APC 显著高于意大利蜜蜂蜂蜜. 蜂蜜的酿造过程之一是由蜜蜂前胃过滤花蜜中的花粉<sup>[13]</sup>. Todd 和 Vansell<sup>[14]</sup> 发现,几乎一半的蜜蜂在 15 min 内通过前胃除去花蜜中 90% 的花粉. APC 值的差异可能是因为中华蜜蜂与意大利蜜蜂对蜂蜜中花粉的过滤能力不同造成的. 中华蜜蜂蜂蜜的花粉种类数量高于意大利蜜蜂蜂蜜,对样品采集地蜂农以及养蜂研究人员的调查发现,这一结论与长期的观察经验相符合,中华蜜蜂对蜜源植物的喜好性差异较小,能够利用零星的蜜源植物.

对 2 种蜜蜂所采集蜂蜜进行孢粉学分析(表 4、表 5),结果表明,春蜜中的主要花粉种类是豆科的车轴草(*Trifolium repens*),冬蜜中的主要花粉种类是唇形花科的密花香薷(*Elsholtzia densa*). 车轴草是我国三叶草属植物中很有推广前途的种类,是重要的牧草和优良的蜜源植物<sup>[15]</sup>. 密花香薷的别名为野藿香,商品蜜具有特殊的香气,是云南省冬季非常重要的蜜源植物.

表 3 中华蜜蜂与意大利蜜蜂蜂蜜花粉指标  
Table 3 Pollen indices of the honey from *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica* (mean±SD, n=15)

蜂蜜指标 Honey index	中华蜜蜂 <i>A. cerana cerana</i>	意大利蜜蜂 <i>A. mellifera ligustica</i>
绝对花粉浓度 APC ( $\times 10^4$ ind · g <sup>-1</sup> )	1.55±0.81a	1.01±0.66b
花粉种类 Pollen species	12.9±1.9a	7.7±1.0b

不同字母表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ) Different letters indicated significant difference between treatments at 0.05 level.

由图 1 可以看出,春蜜中含有花粉比例最大的为豆科的车轴草,占意大利蜜蜂采集花粉比例的 52%,中华蜜蜂采集花粉比例的 31%. 其后依次为蝶形花科的苕子、紫花苜蓿 (*Medicago sativa*),桃金娘科的大叶桉 (*Eucalyptus robusta*),马鞭草科的马鞭草 (*Verbena officinalis*),唇形科的益母草 (*Leonurus artemisiaa*),木犀科的女贞 (*Ligustrum lucidum*),鸭跖草科的鸭跖草 (*Commelina communis*) 等. 在春蜜 20 种花粉中,中华蜜蜂采集 20 种,意大利蜜蜂采集 14 种,中华蜜蜂与意大利蜜蜂共同采集的有 14 种.

由图 2 可以看出,冬蜜中花粉含有比例最大

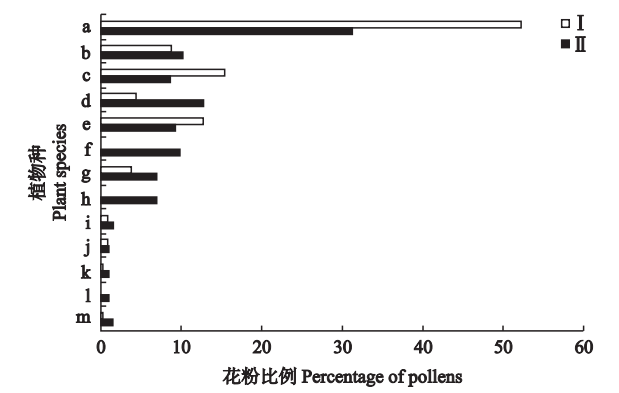


图 1 中华蜜蜂与意大利蜜蜂春蜜中主要花粉比例  
Fig. 1 Percentage of main pollens in spring honey from *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica*.

I: 意大利蜜蜂 *A. mellifera ligustica*; II: 中华蜜蜂 *A. cerana cerana*. 下同 The same below. a) 车轴草 *Trifolium repens*; b) 苕子 *Vicia cracca*; c) 紫花苜蓿 *Medicago sativa*; d) 大叶桉 *Eucalyptus robusta*; e) 马鞭草 *Verbena officinalis*; f) 益母草 *Leonurus artemisia*; g) 女贞 *Ligustrum lucidum*; h) 鸭跖草 *Commelina communis*; i) 萼距花 *Cuphea hookeriana*; j) 旱冬瓜 *Alnus nepalensis*; k) 三叶鬼针草 *Bidens pilosa*; l) 粉花月见草 *Oenothera rosea*; m) 其他 Others.

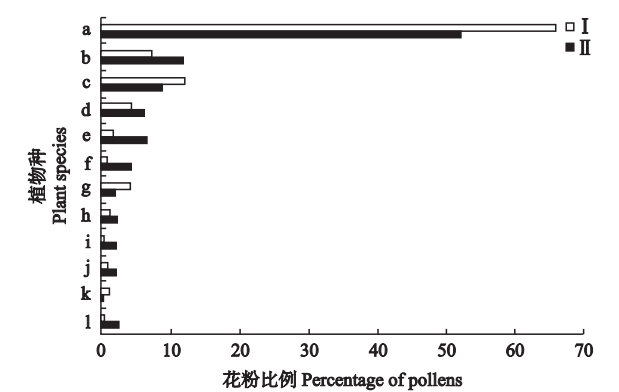


图 2 中华蜜蜂与意大利蜜蜂冬蜜中主要花粉比例  
Fig. 2 Percentage of main pollens in winter honey from *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica*.

a) 密花香薷 *Elsholtzia densa*; b) 益母草 *Leonurus artemisia*; c) 大叶桉 *Eucalyptus robusta*; d) 三叶鬼针草 *Bidens pilosa*; e) 云南地桃花 *Urena lobata* var. *yunnanensis*; f) 鱼骨松 *Acacia decurrens* var. *dealbata*; g) 苕子 *Vicia cracca*; h) 荞麦 *Fagopyrum esculentum*; i) 马鞭草 *Verbena officinalis*; j) 三花刀枪药 *Hypoestes triflora*; k) 旱冬瓜 *Alnus nepalensis*; l) 其他 Others.

表 4 中华蜜蜂与意大利蜜蜂春蜜中的花粉种类和百分比  
Table 4 Pollen types and percentage in spring honey of *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica*

科名 Family	物种 Species	中华蜜蜂 <i>A. cerana cerana</i>								意大利蜜蜂 <i>A. mellifera ligustica</i>							
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
豆科 Leguminosae	白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	38	29	25	42	37	28	18	31	57	39	48	50	63	52	58	47
蝶形花科 Papilionaceae	苕子 <i>Vicia cracca</i>	6	9	17	5	8	13	7	16	7	14	9	9	4	11	6	10
	紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	5	7	8	10	12	13	6	7	18	19	16	7	11	21	22	8
桃金娘科 Myrtareae	大叶桉 <i>Eucalypyus robusta</i>	10	16	18	7	9	17	13	12	<1	<1	2	11	<1	8	1	13
马鞭草科 Verbenaceae	马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	8	11	9	6	5	13	10	12	11	20	13	14	16	7	9	12
	五色梅 <i>Lantana camara</i>	-	<1	2	-	<1	-	<1	-	<1	3	<1	-	-	-	<1	-
唇形科 Labiatae	益母草 <i>Leonurus Artemisia</i>	19	13	<1	12	15	10	<1	10	-	-	<1	-	-	<1	-	-
	鼠尾草 <i>Salvia japonica</i>	<1	-	<1	-	-	-	4	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
	一串红 <i>Salvia splendens</i>	-	<1	-	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
菊科 Compositae	三叶鬼针草 <i>Bidens Pilosa</i>	-	<1	-	-	2	<1	7	-	-	2	<1	-	-	-	<1	-
	泽兰 <i>Eupatorium japonicum</i>	-	-	<1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
木樨科 Oleaceae	女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	6	8	12	11	4	<1	10	5	<1	2	7	8	5	<1	3	5
鸭跖草科 Commelinaceae	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	4	3	5	2	7	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
千屈菜科 Lythraceae	萼距花 <i>Cuphea hookeriana</i>	3	1	2	4	<1	1	2	<1	-	-	3	<1	-	-	-	4
桦木科 Betulaceae	旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	<1	-	-	<1	-	-	6	3	6	<1	1	<1	-	-	-	<1
柳叶菜科 Onagraceae	粉花月见草 <i>Oenothera rosea</i>	<1	2	1	<1	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-
蓼科 Polygonaceae	金荞麦 <i>Polygonum cymosum</i>	<1	-	-	-	<1	-	3	<1	-	-	-	-	<1	-	-	<1
十字花科 Cruciferae	油菜 <i>Brassica campestris</i>	<1	-	<1	-	-	<1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
牻牛儿苗科 Geraniaceae	野老鹳草 <i>Geranium carolinianum</i>	-	-	<1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
美人蕉科 Cannaceae	美人蕉 <i>Canna indica</i>	-	-	-	<1	-	-	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-

-:未检测到 No detected. 下同 The same below.

的为唇形花科的密花香薷,占意大利蜜蜂采集花粉比例的 66%,中华蜜蜂采集花粉比例的 52%. 其后依次为唇形科的益母草,桃金娘科的大叶桉,菊科的三叶鬼针草(*Bidens pilosa*),锦葵科的云南地桃花(*Urena lobata* var. *yunnanensis*),含羞草科的鱼骨松(*Acacia decurrens*)等. 在冬蜜 18 种花粉中,中华蜜蜂采集 18 种,意大利蜜蜂采集 13 种,中华蜜蜂与意大利蜜蜂共同采集的有 13 种.

中华蜜蜂对次要蜜源植物特别是零星蜜源植物的利用能力均高于意大利蜜蜂,如春蜜中的女贞、鸭跖草、萼距花(*Cuphea hookeriana*)、旱冬瓜(*Alnus nepalensis*)等,以及冬蜜中的云南地桃花、鱼骨松、荞麦(*Fagopyrum esculentum*)、马鞭草等,说明中华蜜蜂对蜜源植物的选择性没有意大利蜜蜂强,采集蜜

源植物种类更多更丰富.

### 2.2 中华蜜蜂与意大利蜜蜂的营养生态位

通过对 2 种蜂蜜中花粉进行营养生态位计算,得出中华蜜蜂与意大利蜜蜂的营养生态位宽度分别为 0.35 和 0.23,中华蜜蜂高于意大利蜜蜂且差异显著. 这与余林生等<sup>[16]</sup>通过对蜜蜂个体数的观察,得出中华蜜蜂食物资源生态位宽度大于意大利蜜蜂的结论相同. 说明意大利蜜蜂比中华蜜蜂对蜜源植物的选择性更强,而中华蜜蜂可以利用更多种类的蜜源植物. 意大利蜜蜂受蜜粉源条件影响明显,中华蜜蜂受蜜粉源条件影响不明显<sup>[17]</sup>. 据此推测,在没有人干预的自然条件下,中华蜜蜂比意大利蜜蜂更具有竞争优势.

中华蜜蜂与意大利蜜蜂营养生态位重叠的平均



表 5 中华蜜蜂与意大利蜜蜂冬蜜中的花粉种类和百分比  
Table 5 Pollen types and percentage in winter honey of *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica*

科名 Family	物种 Species	中华蜜蜂 <i>A. cerana cerana</i>							意大利蜜蜂 <i>A. mellifera ligustica</i>						
		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>
唇形科 Labiatae	密花香薷 <i>Elsholtzia densa</i>	63	69	61	51	39	42	38	71	60	65	59	73	64	68
	益母草 <i>Leonurus artemisia</i>	5	3	4	23	8	19	21	—	—	—	15	12	10	13
	毛萼香茶菜 <i>Rabdsia eriocalyx</i>	<1	—	—	—	<1	—	<1	—	—	—	—	—	—	—
	牛至 <i>Origanum vulgare</i>	<1	—	—	—	<1	—	<1	—	—	—	—	—	—	—
	桃金娘科 Myrtareae	8	13	14	6	7	5	9	17	19	20	6	5	8	9
	大叶桉 <i>Eucalypyus robusta</i>														
蓼科 Polygonaceae	荞麦 <i>Fagopyrum esculentum</i>	10	<1	5	—	—	—	—	<1	2	6	—	—	—	—
	金荞麦 <i>Polygonum cymosum</i>	—	—	—	<1	2	1	<1	—	—	—	<1	—	—	—
	菊科 Compositae														
三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>		1	2	3	7	10	11	8	—	4	5	2	5	9	5
	刚强山白菊 <i>Aster ageratoides</i>	—	—	—	<1	1	<1	1	—	—	—	—	—	—	—
	旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	1	<1	<1	—	<1	<1	—	8	<1	—	—	—	—	—
马鞭草科 Verbenaceae	马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	3	<1	6	<1	3	2	<1	—	—	—	<1	—	<1	—
	含羞草科 Mimosaceae	5	3	2	1	8	7	4	3	<1	3	—	—	<1	—
蝶形花科 Papilionaceae	鱼骨松 <i>Acacia decurrens</i> var. <i>dealbata</i>														
	苕子 <i>Vicia cracca</i>	<1	7	1	2	3	—	—	<1	13	<1	9	<1	6	<1
木樨科 Oleaceae	女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	3	2	<1	—	—	—	—	<1	1	—	—	—	—	—
	锦葵科 Malvaceae	—	<1	1	8	14	10	13	—	—	—	8	4	—	—
爵床科 Acanthaceae	云南地桃花 <i>Urena lobata</i> var. <i>yunnanensis</i>														
	白背黄花捻 <i>Sida rhombifolia</i>	—	—	<1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
凤仙花科 Balsaminaceae	三花刀枪药 <i>Hypoestes triflora</i>	—	—	—	1	4	2	5	—	—	<1	—	<1	2	4
	惊风籽 <i>Impatiens</i> sp.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 6 中华蜜蜂和意大利蜜蜂的营养生态位重叠和种间竞争系数  
Table 6 Trophic niche overlap and coefficient of interspecies competition between *A. cerana cerana* and *A. mellifera ligustica*

地区 Region	营养生态位重叠 Trophic niche overlap	种间竞争系数 Interspecies competition coefficient
昆明 Kunming	0. 69	0. 91
蒙自 Mengzi	0. 72	0. 95
平均 Average	0. 71	0. 93

值为 0. 71,种间竞争系数平均值为 0. 93(表 6),表明 2 个蜂种对当地蜜源植物资源竞争激烈,但 2 个蜂种在不同地区的营养生态位表现出不同的重叠和不同的资源竞争程度.

3 讨 论

3.1 蜂蜜孢粉学的应用

蜂蜜孢粉学可用于检验蜂蜜中的主要蜜源植物

来源<sup>[18]</sup>,这具有一定的商业价值,因为不同植物来源的蜂蜜有不同的价格.蜂蜜孢粉学还可用于鉴定蜂蜜的地域来源,即通过检测蜂蜜中的花粉种类和比例,结合数理统计,鉴定出蜂蜜产品的地域来源,这对蜂蜜品牌的建设与发展有一定的帮助.同时,蜂蜜孢粉学还可用于蜂蜜的掺假检测、有毒蜂蜜的鉴定等方面<sup>[19]</sup>.本研究将蜂蜜孢粉学应用于生态位分析,这进一步拓展了其应用范畴.

3.2 引入意大利蜜蜂后中华蜜蜂种群数量下降

研究表明,在同一地点饲养中华蜜蜂和意大利蜜蜂时,中华蜜蜂可以利用更多的蜜源植物种类,其在资源竞争中占优势.但引入意大利蜜蜂后,为何中华蜜蜂种群数量锐减?

其原因是多方面的:1)意大利蜜蜂雄蜂可干扰中华蜜蜂处女蜂王的自然交尾<sup>[20]</sup>;2)意大利蜜蜂可将一些中华蜜蜂蜂群原本没有的疾病(如囊状幼虫病)或寄生虫(如蜂螨)传染给中华蜜蜂;3)意大利

蜜蜂对中华蜜蜂存在盗蜂行为(意大利蜜蜂进入中华蜜蜂巢内盗空蜂蜜,造成中华蜜蜂种群的死亡或飞逃<sup>[21]</sup>)等。除此之外,人为因素也是重要的原因。一方面,由于意大利蜜蜂的经济效益高于中华蜜蜂,各地都积极引入意大利蜜蜂发展养蜂业,使得意大利蜜蜂的数量大大增加,从而对中华蜜蜂的生存造成干扰;另一方面,人为破坏中华蜜蜂的栖息地也是导致其种群数量锐减的主要原因。植物种类多、人类活动少的地区是中华蜜蜂生栖繁衍的理想场所。近年来,乱砍滥伐、毁坏山林等使中华蜜蜂的栖息地减少,其生存环境受到不同程度的干扰<sup>[22]</sup>。因此,即使中华蜜蜂在食物资源竞争上有一定的优势,但其种群数量仍然迅速减少。

### 3.3 保护中华蜜蜂对维护生态平衡具有重要意义

中华蜜蜂在维系动植物生态平衡方面起着极为重要的作用,其种群数量减少的后果严重,应加强对中华蜜蜂的保护<sup>[23-24]</sup>。首先,中华蜜蜂对本地植物授粉的广度和深度均超过意大利蜜蜂,其数量的减少会使多种植物授粉受到影响;其次,中华蜜蜂工蜂采集气温比意大利蜜蜂低3~5℃。如果用意大利蜜蜂代替中华蜜蜂,早春和晚秋在较低气温中开花的植物,如铃属、香薷属、菊科、十字花科等,其授粉作用就会受到严重影响<sup>[25]</sup>,进而使一些植物的种群数量减少甚至灭绝。

由于人为因素导致蜂种在自然进化过程中出现朝某一方向的偏移,将对生物多样性产生深远影响。希望本研究能够为有效利用、科学管理这两种蜜蜂,以及科学评估引进物种对本地物种的生态影响提供参考。

### 参考文献

- [1] Li S-W (李绍文), Meng Y-P (孟玉萍), Zhang Z-B (张宗炳), *et al.* Comparative study of esterase isozymes in six of *Apis*. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinesis* (北京大学学报自然科学版), 1986(4): 53-57 (in Chinese)
- [2] Su SK, Cai F, Si A, *et al.* East learns from west; Asiatic honeybees can understand dance language of European honeybees. *PLoS ONE*, 2008, **3**: e2365
- [3] Yu L-S (余林生), Zou Y-D (邹运鼎), Bi S-D (毕守东), *et al.* Relationships of bee population fluctuation and distribution with natural environment in Anhui Province. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2006, **17**(8): 1465-1468 (in Chinese)
- [4] Yang G-H (杨冠煌). Harm of introducing the western honeybee *Apis mellifera* L. to the Chinese honeybee *Apis cerana* F. and its ecological impact. *Acta Entomologica Sinica* (昆虫学报), 2005, **48**(3): 401-406 (in Chinese)
- [5] Caccavari M, Fagúndez G. Pollen spectra of honeys from the Middle Delta of the Paraná River (Argentina) and their environmental relationship. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2010, **8**: 42-52
- [6] Zhao F-Y (赵风云), Dong X (董霞), Li J-J (李建军). Study and application of melissopalynology. *Journal of Yunnan Agricultural University* (云南农业大学学报), 2007, **22**(2): 270-274 (in Chinese)
- [7] Guinan J, Brown C, Dolan MFJ, *et al.* Ecological niche modelling of the distribution of cold water coral habitat using underwater remote sensing data. *Ecological Informatics*, 2009, **4**: 83-92
- [8] Santana FS, Siqueira MF, Saraiva AM, *et al.* A reference business process for ecological niche modelling. *Ecological Informatics*, 2008, **3**: 75-86
- [9] Erdtman G. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms; Leiden Press, 1983
- [10] Levins R. Evolution in Changing Environments. New Jersey: Princeton University Press, 1968
- [11] Colwell RK, Futuyma DJ. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 1971, **52**: 567-577
- [12] Southwood TRE. Trans. Luo H-Q (罗河清), Zhou C-Q (周昌清). *Ecological Methods: With Particular Reference to the Study of Insect Population*. Beijing: Science Press, 1984 (in Chinese)
- [13] Graham J. The Hive and the Honey Bee. Illinois: Hamilton Press, 1992
- [14] Todd FE, Vansell GH. Pollen grains in nectar and honey. *Journal of Economic Entomology*, 1942, **35**: 728-731
- [15] Cui H-B (崔鸿宾). Flora of China. Beijing: Science Press, 2004 (in Chinese)
- [16] Yu L-S (余林生), Zou Y-D (邹运鼎), Cao Y-F (曹义锋), *et al.* Comparative study on the niches of *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana cerana*. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2008, **28**(9): 4575-4581 (in Chinese)
- [17] Yu L-S (余林生), Meng X-J (孟祥金). Spring propagation and size dynamics characteristics of two kinds of bee populations in Anhui Province. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2002, **13**(9): 1127-1130 (in Chinese)
- [18] Lieux MH. Minor honeybee plants of Louisiana indicated by pollen analysis. *Economic Botany*, 1978, **32**: 418-432
- [19] Liu B-L (刘炳仑). Pollen morphology of toxic nectar plants in China. *Apicultural Science and Technology* (养蜂科技), 2000(6): 4-5 (in Chinese)
- [20] Wang Q-F (王启发), Li W-S (李位三), Zhang Q-M (张启明), *et al.* The natural mating interference between *A. cerana* and *A. mellifera*. *Entomological Knowledge* (昆虫知识), 2003, **40**(2): 164-167 (in Chinese)
- [21] Yu Y-S (余玉生). Observation the bees of *Apis cerana cerana* after *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica* stealing honey from each other. *Apicultural Science and Technology* (养蜂科技), 2003(4): 19 (in Chinese)
- [22] Ewel JJ, O'Dowd DJ, Bergelson J, *et al.* Deliberate introductions of species: Research needs. *BioScience*, 1999, **49**: 619-630
- [23] He X (何旭), Liu X-Y (刘新宇). Analysis of the causes of decline of *Apis cerana cerana* populations. *Apiculture of China* (中国蜂业), 2011, **62**(5): 21-23 (in Chinese)
- [24] Yang G-H (杨冠煌). The function of *Apis cerana cerana* in our country forest ecological system. *Apiculture of China* (中国蜂业), 2009, **60**(4): 5-7 (in Chinese)
- [25] Yang G-H (杨冠煌). Great importance in the *Apis cerana cerana* protection and maintenance of ecological balance. *Apiculture of China* (中国蜂业), 2010, **61**(6): 51-52 (in Chinese)

作者简介 刘宇佳,男,1987年生,硕士研究生。主要从事蜜蜂产品研究,发表论文2篇。E-mail: Thomas.cate@foxmail.com

责任编辑 肖红