

# 中华蜜蜂授粉对元阳枇杷产量和品质的影响

秦加敏<sup>1</sup> 邓尚靠<sup>1</sup> 展江<sup>1</sup> 侯梦赏<sup>1</sup> 李小发<sup>2</sup> 曹文勇<sup>2</sup> 杨雪寒<sup>2</sup> 高正学<sup>2</sup> 梁铖<sup>1</sup>

(1 云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所, 蒙自 661101; 2 元阳县畜牧技术推广站, 元阳 662499)

**摘要:** 中华蜜蜂是我国本土重要的蜜蜂种质资源, 是许多野生植物和农作物的主要传粉昆虫, 对农业增产提质及维持生物多样性具有重要作用。本研究在元阳县干热河谷枇杷种植区设置蜜蜂授粉组和对照组(隔离传粉昆虫)研究蜜蜂授粉对枇杷产量和品质的影响。结果显示, 与对照组比较, 蜜蜂授粉组枇杷平均坐果率提高 64.78%, 单枝产量提高 35.70%, 可溶性固形物含量  $10.29 \pm 1.41\%$  及果实纵径  $49.66 \pm 5.38$  mm 显著高于对照组(分别为  $10.16 \pm 1.02\%$  和  $48.00 \pm 5.81$  mm), 单果重  $218.35 \pm 69.55$  g、横径  $39.45 \pm 4.92$  mm 和种子数量  $3.65 \pm 1.82$  均高于对照组( $160.91 \pm 64.73$  g,  $37.73 \pm 5.00$  mm 和  $3.42 \pm 1.84$ )。因此, 蜜蜂授粉能有效提高枇杷坐果率和产量, 改善果实品质。

**关键词:** 蜜蜂授粉; 枇杷; 坐果率; 可溶性固形物

## Effects of *Apis cerana cerana* pollination on the yield and quality of loquat

Qin Jiamin<sup>1</sup>, Deng Shangkao<sup>1</sup>, Zhan Jiang<sup>1</sup>, Hou Mengshang<sup>1</sup>, Li Xiaofa<sup>2</sup>, Cao Wenyong<sup>2</sup>, Yang Xuehan<sup>2</sup>, Gao Zhengxue<sup>2</sup>, Liang Cheng<sup>1</sup>

(1 Sericulture and Apiculture Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Mengzi 661101, China;

2 Yuanyang Animal Husbandry Technology Extension Station, Yuanyang 662499, China)

**Abstract:** As an important native honey bees germplasm resources in China, *Apis cerana cerana* are important pollinators for many wild plants and agricultural crops, play a major role in increasing agricultural production and quality, and maintaining biodiversity of ecosystems. In order to study the effect of *Apis cerana cerana* pollination on loquat yield and quality of Yuanyang dry-hot valley loquat growing region by set up honey bee pollination and control group (isolation pollination insects). The results suggest that the fruit setting rate of loquats increased by 64.78%, and the single branch yield increased by 35.70% by honey bee pollination compared to control group. The soluble solid content ( $10.29 \pm 1.41\%$ ) and longitudinal diameter ( $49.66 \pm 5.38$  mm) of the fruit by honey bee pollination were significantly higher than control group ( $10.16 \pm 1.02\%$  and  $48.00 \pm 5.81$  mm). The average fruit weight ( $218.35 \pm 69.55$  g), transverse diameter ( $39.45 \pm 4.92$  mm), and the seed number ( $3.65 \pm 1.82$ ) by honey bee pollination were higher than control group ( $160.91 \pm 64.73$  g,  $37.73 \pm 5.00$  mm, and  $3.42 \pm 1.84$ , respectively). Hence, honey bee pollination can effectively increase the fruit setting rate, yield, and improve loquat quality.

**Key words:** honey bee pollination; loquat; fruit setting rate; soluble solid

枇杷 *Eriobotrya japonica* Lindl. 隶属蔷薇科 Rosaceae 苹果亚科 Maloideae 枇杷属 *Eriobotrya*, 是亚热带中型常绿果树, 原产于中国, 在中国已有 2000

多年栽植历史, 目前在世界亚热带、温带气候地区及地中海沿岸也有较多的种植<sup>[1]</sup>。枇杷果实具有丰富的营养物质, 含矿质元素、糖类、有机酸、维生素、果

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助(CARS-44-SYZ14); 农业农村部蜂业质量提升行动 2022

作者简介: 秦加敏, 助理研究员, 研究方向为熊蜂生物学及授粉应用, E-mail: qjm20122@163.com

通讯作者: 梁铖, 副研究员, 研究方向为农业授粉蜂繁育与应用, E-mail: lc@yaas.org.cn

胶等多种营养成分,其在医学上的清咽润肺、止咳化痰、促消化等功效显著,深受消费者喜爱<sup>[2]</sup>。枇杷是部分自交亲和品种,但异花授粉直接影响枇杷的坐果率和果实发育,进而影响果实品质<sup>[3,4]</sup>。

中华蜜蜂(*Apis cerena cerana*,简称中蜂),属膜翅目 Hymenoptera 蜜蜂总科 Apoidea 蜜蜂科 Apidae 蜜蜂属 *Apis* 东方蜜蜂 *Apis cerena* 的指名亚种,是我国本土蜂种,其采集力、适应能力和抗病能力强,是许多野生植物和农作物重要的传粉昆虫,对农业增产提质及维持生物多样性具有重要作用<sup>[5]</sup>。近年来,中蜂被应用于梨树<sup>[6]</sup>、草莓<sup>[7]</sup>、猕猴桃<sup>[8]</sup>、蓝莓<sup>[9]</sup>、苦瓜<sup>[10]</sup>等多种作物授粉,提高了作物产量,改善果实品质,产生重要的生态效益和经济价值。枇杷是元阳地区重要的水果之一,种植面积已成规模,尤其在南沙镇集中种植面积达万亩,已成为当地农民的支柱产业。枇杷花朵含有丰富的花蜜和花粉,对多种传粉昆虫极具吸引力,但由于元阳地区干热河谷气温偏高,蒸发量大,加上枇杷树在冬季开花,传粉昆虫偏少,可能会存在授粉不足现象,进而影响枇杷的产量及品质。

本研究以云南元阳地区普遍种植的“解放钟”枇杷为研究对象,组织本地饲养中蜂为枇杷授粉,旨在探明蜜蜂授粉对枇杷坐果率、产量及果实品质的影响,为枇杷蜜蜂授粉性能评价提供科学依据,促进蜜蜂授粉技术集成与推广,对增加当地枇杷种植户的经济收入具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验时间和地点

元阳县位于云南南部,地处东经 102° 27' ~103° 13', 北纬 22° 49' ~23° 19', 是典型的立体气候,在海拔 1300 m 以下的热区,年日照 1849.5 h,气温在 3.7~44.5 °C 之间,年平均气温 24.5 °C,年降雨量 665.7~1 189.7 mm,平均降雨量 899.5 mm,终年无霜。该县光热充足,雨量充沛,土壤肥沃,属亚热带山地季风类型,具备枇杷产业化发展的自然优势资源基础<sup>[11]</sup>。本试验于 2022 年 10 月~2023 年 4 月在元阳县南沙镇呼山村委会呼山 2 号村和 3 号村开展。

### 1.2 实验材料

以元阳县南沙镇呼山段种植的“解放钟”枇杷品种为试验对象,选择健康、树龄相同、冠幅、树高、花蕾数量相似的枇杷树为试验树。授粉蜂种为中蜂,每群蜂 3 足脾蜂量以上,且至少包含 1 个蜜脾、1~2

个子脾和 1 个幼虫脾,蜂群分组摆放在枇杷园田埂上,使相邻组的蜜蜂采集范围相互重叠。其他实验材料有吊牌标签、标记笔、记录本、GPS 定位仪、计数器、电子天平、游标卡尺、糖度计、酸度计等。

### 1.3 实验方法

在枇杷园分别设置中蜂授粉试验组和对照组(隔离传粉昆虫),每个组选择 12 株枇杷树,树龄相同,冠幅高度相近。中蜂授粉试验组,每株上挂牌标记 30 枝未开放的花枝,共 360 枝,记录每个花枝上的花朵数量。对照组:在每株枇杷树上挂牌标记 30 枝未开放的花枝,共 360 枝,分别记录每个花枝上的花朵数量,并用 40 目透光的尼龙网袋罩住。实验组和对照组标记的花枝生长状态基本一致。

#### 1.3.1 蜜蜂授粉对枇杷坐果率的影响

坐果率:花期结束后 15 d,每株枇杷树上选择 6 枝朝向一致的相同或相近部位的花枝分别统计实验组和对照组枇杷的坐果数量。坐果率 = 坐果数 ÷ 花朵数 × 100%。

#### 1.3.2 蜜蜂授粉对枇杷产量的影响

单枝产量:实验组和对照组的每株枇杷树上分别选取 8 枝成熟的枇杷果,剪下连同花枝一起称量其重量,作为单枝产量。

单果重:分别随机抽取试验组和对照组的 500 个成熟果实,称量单果重。

果实横、纵径:测量完枇杷果的单果重后,用游标卡尺测量横径和纵径。

果形指数:枇杷果实纵径与横径的比值。

种子数:测量完枇杷果的横径和纵径后,剥除果肉后统计种子数量。

#### 1.3.3 蜜蜂授粉对枇杷果实品质的影响

枇杷成熟后分别从试验枇杷树东、南、西、北 4 个方向的中部位置随机取样,随机抽取 30 个果,检测果实的可溶性固形物含量和 pH 值。

## 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 统计数据,使用 SPSS 22.0 软件对数据进行独立样本 t 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 蜜蜂授粉对枇杷坐果率的影响

结果表明,蜜蜂授粉和对照组单枝平均花朵数无显著差异( $p>0.05$ ),但蜜蜂授粉枇杷平均坐果率为  $13.94 \pm 3.37\%$ ,显著高于对照组  $8.46 \pm 3.24\%$ ( $p<0.05$ ),且比对照组提高 64.78%。说明利用蜜蜂为枇杷授粉,

表1 不同授粉方式坐果率比较

实验处理	样本枝数 (枝)	单枝花数 (朵)	平均坐果数 (个)	坐果率 (%)
蜜蜂授粉	72	198.7 ± 34.6 a	27.58 ± 7.38 a	13.94 ± 3.37 a
对照组	72	167.9 ± 34.9 a	13.85 ± 4.59 b	8.46 ± 3.24 b

注：同列数据小写字母相同，表示差异不显著 ( $p>0.05$ )，小写字母不同表示差异显著 ( $p<0.05$ )。

表2 不同授粉方式对枇杷产量的影响

实验处理	单枝果重 (g)	单果重 (g)	横径 (mm)	纵径 (mm)	果形指数
蜜蜂授粉	218.35 ± 69.55 a	37.65 ± 9.61 a	39.45 ± 4.92 a	49.66 ± 5.38 a	1.27 ± 0.11 a
对照组	160.91 ± 64.73 a	33.65 ± 9.27 a	37.73 ± 5.00 a	48.00 ± 5.81 b	1.29 ± 0.07 a

注：同列数据小写字母相同，表示差异不显著 ( $p>0.05$ )，小写字母不同表示差异显著 ( $p<0.05$ )。

表3 不同授粉方式对枇杷品质指标的影响

实验处理	可溶性固形物含量 (%)	pH值	种子数 (个)
蜜蜂授粉	10.29 ± 1.41 a	3.58 ± 0.24 a	3.65 ± 1.82 a
对照组	10.16 ± 1.02 b	3.60 ± 0.23 a	3.42 ± 1.84 a

注：同列数据小写字母相同，表示差异不显著 ( $p>0.05$ )，小写字母不同表示差异显著 ( $p<0.05$ )。

能有效提高枇杷坐果率 (表1)。

## 2.2 蜜蜂授粉对枇杷产量的影响

蜜蜂授粉的枇杷平均单枝果重  $218.35 \pm 69.55$  g，单果重  $37.65 \pm 9.61$  g 和果实横径  $39.45 \pm 4.92$  mm 与对照组平均单枝果重  $160.91 \pm 64.73$  g，单果重  $33.65 \pm 9.27$  g 和横径  $37.73 \pm 5.00$  mm 虽然无显著差异 ( $p>0.05$ )，但各项指标均高于对照组，且单枝产量比对照组提高 35.70% (表2)。蜜蜂授粉后果实的纵径  $49.66 \pm 5.38$  mm 显著高于对照组纵径  $48.00 \pm 5.81$  mm ( $p<0.05$ )。蜜蜂授粉和对照组的果形指数分别为  $1.27 \pm 0.11$  和  $1.29 \pm 0.07$ ，均呈长圆型。结果表明，蜜蜂授粉可在一定程度上增加枇杷的产量。

## 2.3 蜜蜂授粉对枇杷品质的影响

蜜蜂授粉的枇杷果可溶性固形物含量为  $10.29 \pm 1.41\%$ ，显著高于对照组  $10.16 \pm 1.02\%$  ( $p<0.05$ )。蜜蜂授粉后的枇杷汁液的 pH 值  $3.58 \pm 0.24$  和种子数  $3.65 \pm 1.82$  个略高于对照组  $3.60 \pm 0.23$  和  $3.42 \pm 1.84$  个，但两个处理组之间无显著差异 ( $p>0.05$ ) (表3)。结果表明，蜜蜂授粉可显著增加枇杷的可溶性固形物含量，可有效增加枇杷的种子数。

## 3 讨论

蜜蜂授粉是现代农业生产发展的一项重要措施，对多种农作物的增产提质具有重要作用。中蜂作为我国的当家蜂种，具有善于利用零星蜜源、出勤早、耐低温等优点，被广泛应用于粮食作物、果树、蔬菜、

牧草、中草药等授粉<sup>[12]</sup>。赵恬等利用中蜂为猕猴桃授粉，单株坐果率比自然授粉提高 70.61%，比人工授粉提高 8.94%，果实的横径、纵径、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、维生素含量及单株产量均显著高于自然授粉<sup>[8]</sup>。张根柱等利用中蜂为不同品种的蓝莓授粉，发现“蓝丰”的坐果率为 87.5%，“公爵”坐果率为 97.8%，“园蓝”、“库帕”等品种的平均单果重、可溶性固形物及单果种子数均高于对照组<sup>[9]</sup>。赵东绪等对浙江省兰溪市的主栽枇杷品种“软条白沙”蜜蜂授粉的研究结果表明，蜜蜂授粉的枇杷单枝平均坐果率为 6.71%，而对照组的平均坐果率仅有 0.87%，且蜜蜂授粉的枇杷单果重、种子数、可溶性固形物含量等指标显著高于对照组<sup>[3]</sup>。本研究利用中蜂为“解放钟”枇杷授粉，单枝平均坐果率比对照组提高 64.78%，两种授粉方式的平均坐果率均高于“软条白沙”，可能是因为品种、地理环境和气候条件的不同导致，元阳地区具有干热河谷生境特点，光、热、水资源丰富，终年无霜，而兰溪市雨量适中，无霜期长，夏季高温，冬春寒潮，梅雨伏旱显著，导致两地枇杷坐果率的差异较大。利用蜜蜂为枇杷授粉，能有效提高枇杷坐果率，可为果农疏果时提供更多的选择。此外，蜜蜂授粉的枇杷平均单枝果重、单果重及果实横径与对照组无显著差异，但均高于对照组，且蜜蜂授粉的枇杷平均单枝产量比对照组提高 35.70%，可能与果农疏果时留果的数量有关，留果越多，单果重越小。蜜蜂授粉的枇杷果纵径显著高于对照组，可能与蜜蜂和植物之间的协同进化相关，蜜蜂采集时能在第一时间将活力最强的花粉传递到雌蕊柱头上，促进花粉管的萌发，使其生长更快<sup>[13,14]</sup>。本研究中，蜜蜂授粉的枇杷可溶性固形物含量为 10.29%，显著高于对照组 10.16%，酸度和种子数略高于对照组，但两个处理组之间无显

著差异,这与赵东绪等对“软条白沙”枇杷的研究结果相似,表明蜜蜂授粉可有效增加枇杷的可溶性固形物含量,改善果实品质。

综上所述,针对干热河谷地区枇杷冬季开花,传粉昆虫较少等条件限制,引入蜜蜂为枇杷授粉,可有效提高枇杷坐果率和产量,改善果实品质。

### 参考文献

- [1] 林顺权, 杨向晖, 刘成明, 等. 中国枇杷属植物的自然地理分布[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 569-573.
- [2] 于馨森, 陈发兴, 卢海芬, 等. 不同品种枇杷果实微量元素分析及综合评价[J]. 热带作物学报, 2019, 40(11): 2227-2235.
- [3] 赵东绪, 苏晓玲, 曹联飞, 等. 软条白沙枇杷蜜蜂授粉增产提质效果研究[J]. 中国蜂业, 2014, 65: 58-60.
- [4] Khan SA, Tanveer M, Ahmad S, et al. Declining abundance of pollinating insects drives falls in loquat (*Eriobotrya japonica*) fruit yields in the Pothwar region of Pakistan [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2022, 339: 108138.
- [5] 李位三. 蜜蜂在构建生态农业中的特殊作用[J]. 中国蜂业, 2010, 61(1): 48-49.
- [6] Gameda TK, Shao Y, Wu W, et al. Native honey bees outperform adventive honey bees in increasing *Pyrus bretschneideri* (Rosales: Rosaceae) pollination [J]. Journal of Economic Entomology, 2017, 110(6): 2290-2294.
- [7] 赵改灵, 李秦, 张洁. 不同授粉方式对日光温室草莓授粉效果的比较[J]. 中国果菜, 2020, 40(1): 59-65.
- [8] 赵恬, 张锦华, 袁扬, 等. 中华蜜蜂授粉对猕猴桃产量和品质的影响[J]. 南方农业学报, 2022, 53(4): 1152-1160.
- [9] 张根柱, 窦连登, 段海彬, 等. 蜜蜂授粉对蓝莓产量、品质的影响[J]. 浙江柑橘, 2016, 33(4): 36-40.
- [10] 孔祥义, 吴乾兴, 肖日升, 等. 三亚地区设施苦瓜蜜蜂授粉效果研究初报[J]. 热带农业科学, 2013, 33(6): 17-18, 29.
- [11] 赵秀华, 胡朝斌, 尼章光, 等. 元阳果产业发展现状与对策[J]. 中国农业信息, 2016, 10: 153-155.
- [12] 陈志敏. 中华蜜蜂授粉对白刺花与白三叶种子结实及产量的影响[D]. 贵州大学, 2022.
- [13] 郭媛, 邵有全. 蜜蜂授粉的增产机理[J]. 山西农业科学, 2008, 36(3): 42-44.
- [14] 逯彦果. 蜜蜂授粉增产提质的机理[J]. 甘肃畜牧兽医, 2017, 47(7): 103-105. 
- 
- (上接第64页)
- [62] 潘虹, 刘红霞, 郭莉. 蜂蜜对小鼠润肠通便作用的研究[J]. 滨州医学院学报, 2010, 33(4): 277-278.
- [63] Moosa A, Kadri M. Inhibition of *Helicobacter pylori* by commercial honey[J]. Medical Principles and Practice, 1994, 4(2): 114-116.
- [64] Osato M S, Reddy S G, Graham D Y. Osmotic effect of honey on growth and viability of *Helicobacter pylori*[J]. Digestive Diseases and Sciences, 1999, 44(3): 462-464.
- [65] Ali A T, Chowdhury M N, Al Humayyd M S. Inhibitory effect of natural honey on *Helicobacter pylori*[J]. Tropical Gastroenterology: Official Journal of the Digestive Diseases Foundation, 1991, 12(3): 139-143.
- [66] Salem S N. Treatment of gastroenteritis by the use of honey[J]. Islamic Medicine, 1981, 1: 358-362.
- [67] Haffejee I E, Moosa A. Honey in the treatment of infantile gastroenteritis[J]. Br Med J (Clin Res Ed), 1985, 290(6485): 1866-1867.
- [68] Tomblin V, Ferguson L R, Han D Y, et al. Potential pathway of anti-inflammatory effect by New Zealand honeys[J]. International Journal of General Medicine, 2014, 7: 149.
- [69] Earnest C P, Lancaster S L, Rasmussen C J, et al. Low vs. high glycemic index carbohydrate gel ingestion during simulated 64-km cycling time trial performance[J]. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2004, 18(3): 466-472.
- [70] Erejuwa O O, Sulaiman S A, Wahab M S A. Fructose might contribute to the hypoglycemic effect of honey[J]. Molecules, 2012, 17(2): 1900-1915.
- [71] Ariefdjohan M W, Martin B R, Lacheik P J, et al. Acute and chronic effects of honey and its carbohydrate constituents on calcium absorption in rats[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(8): 2649-2654.
- [72] Ooi F K, Tavafzadeh S S, Hung L, et al. Tibial bone mineral density, geometry, and mechanical properties in response to high-impact exercise and honey supplementation in rats[J]. Asian Journal of Exercise & Sports Science, 2014, 11(2): 5851.
- [73] Gm ü nder F K, Joller P W, Joller-Jemelka H I, et al. Effect of a herbal yeast food supplement and long-distance running on immunological parameters[J]. British Journal of Sports Medicine, 1990, 24(2): 103-112.
- [74] Salehian O, Rashidi M, Sedaghat M. Oral supplementation of natural honey and levels of inflammatory and anti-inflammatory plasma cytokines during 10-week of intensive treadmill training in endurance-trained athletes[J]. Biomedical Research (0970-938X), 2014, 25(4).
- [75] 郝彬秀, 应剑, 刘婷, 等. 蜂蜜活性和功效的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(1): 148-152.
- [76] 朱金明. 蜂蜜与冠心病的防治[J]. 蜜蜂杂志, 2008(4): 28-30.
- [77] Yaghoobi N, Al-Waili N, Ghayour-Mobarhan M, et al. Natural honey and cardiovascular risk factors; effects on blood glucose, cholesterol, triacylglycerole, CRP, and body weight compared with sucrose[J]. The Scientific World Journal, 2008, 8: 463-469.
- [78] Chepulis L M, Starkey N J, Waas J R, et al. The effects of long-term honey, sucrose or sugar-free diets on memory and anxiety in rats[J]. Physiology & Behavior, 2009, 97(3-4): 359-368. 