

# 不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群繁殖和工蜂发育的影响

高丽娇 刘佳霖 罗文华 杨金龙 曹 兰 姬聪慧 王瑞生 任 勤\*

(重庆市畜牧科学院经济动物研究所,重庆 402460)

**摘要:** 本试验旨在研究不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群繁殖和工蜂发育的影响,为蜂农选择蜜蜂饲料提供参考。选用群势相当的本地意大利蜜蜂 15 群,随机分为 5 组(每组 3 群),其中 4 组为不同蜂花粉试验组,1 组为空白对照组。4 个蜂花粉试验组蜜蜂分别持续饲喂荷花粉、玉米花粉、茶花粉、油菜花粉 36 d,空白对照组蜜蜂不进行饲喂。结果表明:第 36 天,与荷花粉和玉米花粉相比,茶花粉和油菜花粉对蜂群群势具有显著的促进作用( $P<0.05$ )。第 36 天,茶花粉组的封盖子量显著高于其他 3 个蜂花粉试验组( $P<0.05$ ),且油菜花粉组显著高于荷花粉组( $P<0.05$ )。在饲喂的 36 d 期间,油菜花粉组和茶花粉组蜂群的采食量均显著高于荷花粉组( $P<0.05$ )。在 12:00—12:05 和 14:00—14:05 时间段,茶花粉和油菜花粉组工蜂的采集活性显著高于其他蜂花粉试验组和空白对照组( $P<0.05$ )。茶花粉组、油菜花粉组的 6 日龄工蜂幼虫虫体蛋白质含量显著高于其他组( $P<0.05$ )。与玉米花粉相比,油菜花粉、荷花粉及茶花粉均可显著提高意大利蜜蜂工蜂的寿命( $P<0.05$ )。结果显示,不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群繁殖和工蜂发育有很大影响,在春繁期间,补饲茶花粉和油菜花粉较有利于促进意大利蜜蜂蜂群发展。

**关键词:** 蜂花粉;意大利蜜蜂;蜂群繁殖;工蜂发育

中图分类号:S894

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2019)10-4630-07

蜂花粉是由蜜蜂从蜜源植物花朵中采集,混入花蜜和分泌物后加工而成的不规则团状物,其营养成分非常复杂,含有蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、类胡萝卜素、类黄酮和色素等。蜂花粉作为蜜蜂主要的蛋白质营养源,对维持蜂群正常的生长、发育和繁殖有着不可替代的作用<sup>[1-2]</sup>。蜂群内花粉短缺、营养供应不足,会出现幼虫被清理出巢房或发育不良,成年蜂生长受阻,泌蜡、泌浆能力降低,蜂王产卵能力下降,蜂群感染病害加重等情况<sup>[3-6]</sup>,严重时还会导致蜂王停止产卵,幼虫发育停滞,进一步导致蜂群衰弱等情况<sup>[7]</sup>。因此,蜂花粉对维持蜂群的最佳生产状态、提高养蜂效益具有十分重要的意义。

蜂花粉的种类很多,一般按照植物来源分类。不同植物来源的花粉的蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素等营养成分的含量和生物学功能均存在一定差别<sup>[8-9]</sup>。荷花粉、玉米花粉、茶花粉和油菜花粉是目前市场上销售量较大的 4 种蜂花粉,也是作为蜜蜂饲料的主要蜂花粉。前人的研究表明,蜂花粉中蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素含量的不同会对蜜蜂的各发育阶段的群势、封盖子量、抗氧化活性、产浆性能等产生影响<sup>[10-13]</sup>。蜂粮和蜂王浆中的多数营养活性物质来源于蜂花粉,蜂花粉的优劣必定影响蜜蜂各阶段的发育及蜂王浆的生产。但目前对不同蜂花粉对蜜蜂繁育效果的比较研究还鲜有报道。

收稿日期:2019-04-03

基金项目:重庆市科研机构绩效激励引导专项(cstc2018jxj180016);国家现代农业(蜜蜂)产业技术体系建设专项(CARS-44-SYZ14)

作者简介:高丽娇(1985—),女,河北石家庄人,硕士,从事蜜蜂生物学研究。E-mail: 542574384@qq.com

\* 通信作者:任 勤,助理研究员,E-mail: 53665069@qq.com

本试验以意大利蜜蜂 (*Apis mellifera ligustica*) 为研究对象,分析 4 种蜂花粉(荷花粉、玉米花粉、茶花粉和油菜花粉)对意大利蜜蜂蜂群群势、封盖子量以及工蜂初生重、采集活性、寿命等指标的影响,评价不同蜂花粉饲喂蜜蜂的效果,旨在为养蜂生产中蜂花粉的选择提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验时间及蜂群

试验于 2017 年 4—5 月在重庆市畜牧科学院蜂业研究所试验蜂场内进行,试验蜂群为重庆市荣昌区本地意大利蜜蜂。

### 1.2 蜂花粉及蜂群

供试蜂花粉为荷花粉、玉米花粉、茶花粉和油菜花粉,所有供试蜂花粉均为意大利蜜蜂采集的新鲜花粉,纯度大于 95%,存放于洁净的样品袋中,贮藏在 $-20^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中备用。

在意大利蜜蜂越冬后,选取同一品种、群势相当、无花粉贮备的意大利蜜蜂 15 群,随机分为 5 组(每组 3 群),其中 4 组为不同蜂花粉试验组,1 组为空白对照组。4 个蜂花粉试验组蜜蜂分别持续饲喂荷花粉、玉米花粉、茶花粉、油菜花粉 36 d,空白对照组蜜蜂不进行饲喂。试验开始前,各组选用孔径较小的脱粉器控制外勤蜂采进花粉。试验期间,将不同花粉与水按一定比例揉制成花粉团,投喂到对应的蜂群中,定期更换花粉团,确保蜂群长期处于食源充足的状态,试验持续 36 d。

### 1.3 指标测定及方法

#### 1.3.1 蜂群群势及封盖子量的测定

试验开始前(第 9 天)以后试验开始后每隔 12 d(第 12 天、第 24 天和第 36 天)观察并记录各组蜂群群势、封盖子量,共计 4 次。蜂群群势以足框蜂进行统计<sup>[14]</sup>,并详细记录每张脾上封盖子的面积,计算各蜂群的群势及封盖子量。试验采用设计好的木制巢脾框(巢脾框中部被细线分隔成 45 个大小一致的格子)记录蜂群群势及封盖子量。

#### 1.3.2 蜂群采食量的测定

试验期间每 3 d 更换 1 次花粉团,记录每次投喂的花粉团重量及剩余花粉团重量,统计试验期间各蜂群的采食量,并根据蜂群群势计算各组蜂群的足框蜂采食量。

#### 1.3.3 蜂群采集活性观察

试验开始 20 d 后,选择 3 d 晴朗无风天气对

各个蜂群的工蜂采集活性进行观察,记录 10:00—10:05、12:00—12:05、14:00—14:05 这 3 个时间段内出巢采集工蜂的数量。

#### 1.3.4 工蜂初生重的测定

试验结束后,在各组蜂群随机选取刚羽化出房的工蜂 20 只称重,统计各组工蜂初生重。

#### 1.3.5 工蜂虫体蛋白质含量的测定

饲喂 20 d 后,选取 6 日龄工蜂幼虫及新出房工蜂,按 1:9(质量体积比)加入生理盐水,采用玻璃研磨器研磨成浆,按照一定的比例稀释,采用考马斯亮蓝法测定各组蜜蜂虫体的蛋白质含量。

#### 1.3.6 工蜂寿命的测算

试验结束后,每个蜂群选取 35 只新出房的工蜂放入昆虫饲养箱,提供 50%糖水及对应的适量花粉供其食用,每天记录饲养箱中工蜂的死亡数量,绘制生存曲线。

## 1.4 数据分析

采用 SPSS 16.0 软件进行数据分析,采用单因素方差分析(one-way ANOVA)对数据进行分析,以  $P<0.05$  为差异显著,多重比较采用 Duncan 氏法进行。

## 2 结 果

### 2.1 不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群群势及封盖子量的影响

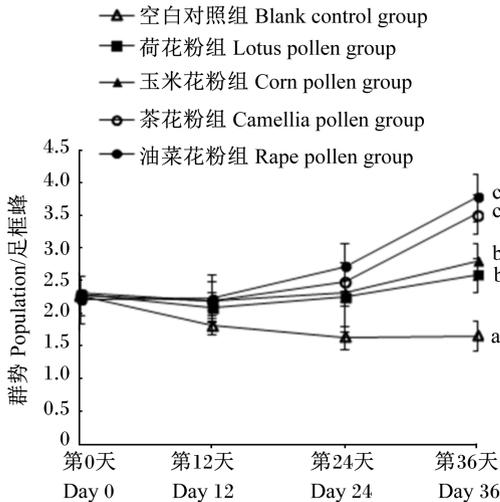
不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群群势的影响如图 1 所示。随着饲喂时间的延长,蜂群群势的发展不同,各蜂花粉试验组蜂群群势整体表现为先略下降后上升的趋势,空白对照组则表现为先下降后保持平稳趋势;第 36 天,4 个蜂花粉试验组的蜂群群势显著高于空白对照组( $P<0.05$ ),且茶花粉组和油菜花粉组的蜂群群势显著高于荷花粉组和玉米花粉组( $P<0.05$ ),茶花粉组与油菜花粉组的蜂群群势无显著差异( $P>0.05$ ),荷花粉组与玉米花粉组的蜂群群势无显著差异( $P>0.05$ )。

不同蜂花粉对意大利蜜蜂封盖子量的影响见表 1。第 24 天、第 36 天,4 个蜂花粉试验组的封盖子量显著高于空白对照组( $P<0.05$ );第 36 天,茶花粉组的封盖子量显著高于其他 3 个蜂花粉试验组( $P<0.05$ ),且油菜花粉组显著高于荷花粉组( $P<0.05$ )。

### 2.2 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂采食量的影响

不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂采食量的影响

见表 2。在饲喂的 36 d 期间,油菜花粉组和茶花粉组蜂群的采食量均显著高于荷花花粉组 ( $P < 0.05$ ),且茶花粉组和油菜花粉组蜂群采食量无显著差异 ( $P > 0.05$ )。



第 36 天的数据点标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),相同字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

On day 36, value points with different letters mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same letters mean no significant difference ( $P > 0.05$ ).

图 1 不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群群势的影响

Fig.1 Effects of different bee pollens on colony population of *Apis mellifera ligustica*

### 2.3 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂采集活性的影响

不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂采集活性的影响见表 3。与空白对照组相比,油菜花粉在 3 个时间段均可以显著促进意大利蜜蜂工蜂的采集活性 ( $P < 0.05$ )。在 12:00—12:05 和 14:00—14:05 时间段,茶花粉和油菜花粉组工蜂的采集活性显著高于其他蜂花粉试验组和空白对照组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.4 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂初生重的影响

不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂初生重的影响见表 4。4 个蜂花粉试验组工蜂初生重显著高于空白对照组 ( $P < 0.05$ ),而不同蜂花粉试验组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

### 2.5 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂虫体蛋白质含量的影响

以牛血清标准蛋白添加量为横坐标 ( $X, \mu\text{L}$ ), 595 nm 处吸光度值为纵坐标 ( $Y$ ) 作图,所得标准曲线在 0~240  $\mu\text{L}$  内符合方程  $Y = 0.003X + 0.037$  ( $R^2 = 0.995$ )。

不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂虫体蛋白质含量的影响如图 2 所示。茶花粉组、油菜花粉组新出房工蜂虫体蛋白质含量显著高于玉米花粉组和空白对照组 ( $P < 0.05$ ),而茶花粉和油菜花粉组之间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。茶花粉组、油菜花粉组的 6 日龄工蜂幼虫虫体蛋白质含量显著高于玉米花粉组、荷花花粉组和空白对照组 ( $P < 0.05$ ),而茶花粉组和油菜花粉组之间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

表 1 不同蜂花粉对意大利蜜蜂封盖子量的影响

Table 1 Effects of different bee pollens on amount of sealed brood of *Apis mellifera ligustica*

足框蜂

组别 Groups	封盖子量 Amount of sealed brood			
	第 0 天 Day 0	第 12 天 Day 12	第 24 天 Day 24	第 36 天 Day 36
空白对照 Blank control	0.43±0.07	0.38±0.08 <sup>a</sup>	0.30±0.06 <sup>a</sup>	0.19±0.07 <sup>a</sup>
荷花花粉 Lotus pollen	0.46±0.04	0.58±0.23 <sup>ab</sup>	0.86±0.16 <sup>bc</sup>	1.08±0.06 <sup>bc</sup>
玉米花粉 Corn pollen	0.48±0.06	1.03±0.07 <sup>c</sup>	1.08±0.09 <sup>c</sup>	1.31±0.24 <sup>cd</sup>
茶花粉 Camellia pollen	0.46±0.05	0.99±0.10 <sup>c</sup>	1.77±0.34 <sup>d</sup>	2.01±0.38 <sup>e</sup>
油菜花粉 Rape pollen	0.49±0.02	1.31±0.08 <sup>d</sup>	1.59±0.17 <sup>d</sup>	1.61±0.31 <sup>d</sup>

表中数据为平均值±标准差。同列数据肩标不同小写字母表示表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),无字母或相同字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。下表同。

Values in the table were mean±SD. In the same column, values with different letter superscripts mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same letter superscripts mean no significant difference ( $P > 0.05$ ). The same as below.

表 2 不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群采食量的影响

Table 2 Effects of different bee pollens on colony feeding amount of *Apis mellifera ligustica* g/足框蜂

组别 Groups	采食量 Feeding amount		
	1~12 d	13~24 d	25~36 d
荷花花粉 Lotus pollen	35.56±3.06 <sup>a</sup>	43.99±7.30 <sup>a</sup>	34.93±5.22 <sup>a</sup>
玉米花粉 Corn pollen	45.28±2.10 <sup>b</sup>	46.46±6.26 <sup>a</sup>	48.00±1.84 <sup>b</sup>
茶花粉 Camellia pollen	49.65±6.76 <sup>bc</sup>	52.12±1.94 <sup>b</sup>	65.58±4.08 <sup>c</sup>
油菜花粉 Rape pollen	54.43±2.76 <sup>c</sup>	49.57±4.79 <sup>b</sup>	62.38±6.76 <sup>c</sup>

表 3 不同花粉饲料对意大利蜜蜂工蜂采集活性的影响

Table 3 Effects of different bee pollens on foraging activity of *Apis mellifera ligustica* workers

组别 Groups	不同时间段工蜂出巢数量 Number of foragers in different time period		
	10:00—10:05	12:00—12:05	14:00—14:05
空白对照 Blank control	34.67±7.47 <sup>a</sup>	57.33±8.07 <sup>a</sup>	66.33±12.66 <sup>a</sup>
荷花花粉 Lotus pollen	37.00±7.16 <sup>a</sup>	67.00±15.58 <sup>a</sup>	93.00±23.87 <sup>ab</sup>
玉米花粉 Corn pollen	42.33±12.63 <sup>ab</sup>	49.00±18.53 <sup>a</sup>	111.00±13.30 <sup>b</sup>
茶花粉 Camellia pollen	46.00±9.97 <sup>ab</sup>	95.67±14.30 <sup>b</sup>	159.67±12.30 <sup>c</sup>
油菜花粉 Rape pollen	63.67±15.01 <sup>b</sup>	157.33±23.01 <sup>c</sup>	173.00±20.54 <sup>c</sup>

表 4 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂初生重的影响

Table 4 Effects of different bee pollens on newly emergent weight of *Apis mellifera ligustica* workers g

组别 Groups	初生重 Newly emerged weight
空白对照 Blank control	0.114±0.006 <sup>a</sup>
荷花花粉 Lotus pollen	0.127±0.008 <sup>b</sup>
玉米花粉 Corn pollen	0.130±0.011 <sup>b</sup>
茶花粉 Camellia pollen	0.129±0.010 <sup>b</sup>
油菜花粉 Rape pollen	0.130±0.012 <sup>b</sup>

## 2.6 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂寿命的影响

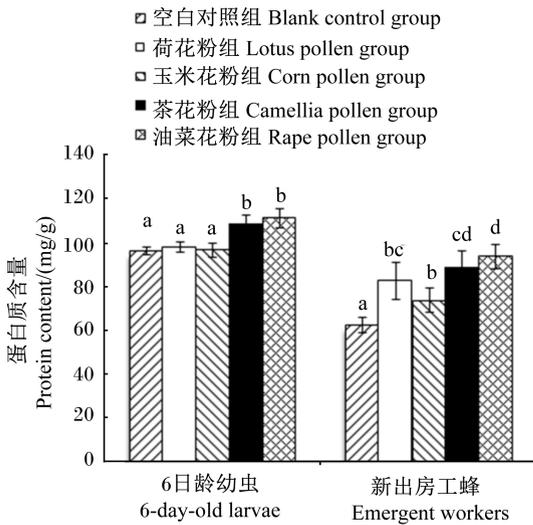
不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂寿命的影响如图 3 所示。饲喂 30 d 后,油菜花粉组的意大利蜜蜂工蜂寿命显著高于其他组 ( $P<0.05$ ),且茶花粉组和荷花花粉组意大利蜜蜂工蜂寿命显著高于玉米花粉组和空白对照组 ( $P<0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 不同蜂花粉对意大利蜜蜂蜂群群势及封盖子量的影响

春繁期是蜂群从越冬后期进入早春繁殖,并逐渐发展成强群,为各种产品获取奠定基础的一

个重要阶段,故在该阶段需要给蜂群提供充足的营养以满足蜂群快速繁育的需要,部分养蜂者利用一定配比的大豆粉、玉米粉、豆粕等蛋白质饲料对蜂群进行补充饲喂<sup>[15-16]</sup>,但仅提供此类饲料往往是不够的,还需补喂蜂花粉饲料,因为蜂花粉除含有丰富的蛋白质和维生素外还含有其他活性成分,能够增强蜜蜂体质,刺激蜂王产卵意愿<sup>[17-19]</sup>。在本研究中,春繁阶段意大利蜜蜂群势总体表现为先略下降后上升的规律,与冯倩倩等<sup>[20]</sup>的研究结果相似。出现此现象的原因可能是因为早春处于新老蜂更替时期,越冬蜂的主要任务是培育新蜂,而新出房幼蜂数量少于消耗的越冬蜂数量,故蜂群群势开始增长缓慢甚至呈一定下降趋势,待蜂群中营养补充后,蜂群不断哺育出新蜂,群势逐渐上升。在本试验后期,茶花粉组和油菜花粉组蜜蜂蜂群群势和封盖子量显著高于荷花花粉组和玉米花粉组,说明补饲茶花粉和油菜花粉后工蜂哺育能力提高,蜂王获得较全面且充足的营养,产卵力提高,从而封盖子量增加,群势增强。在春繁阶段,意大利蜜蜂蜂群补饲茶花粉和油菜花粉表现出繁育效果较好的原因可能是该 2 种花粉中含有较高的蛋白质和脂肪酸<sup>[9]</sup>,其成分组成更符合蜜蜂的营养需求。

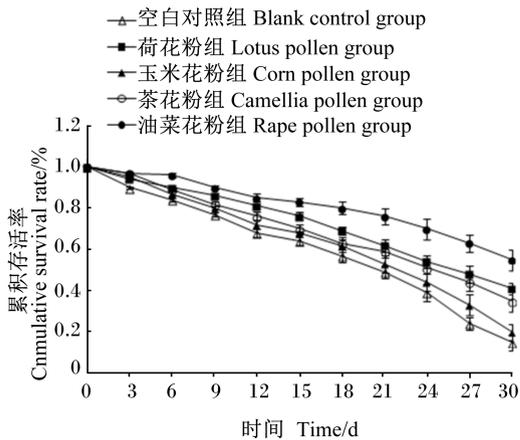


数据柱标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

Value columns with different letters mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same letters mean no significant difference ( $P > 0.05$ ).

图2 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂虫体蛋白质含量的影响

Fig.2 Effects of different bee pollens on body protein content of *Apis mellifera ligustica* workers



第30天的数据点标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同字母表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

On day 30, value points with different letters mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same letters mean no significant difference ( $P > 0.05$ ).

图3 不同花粉饲料对意大利蜜蜂工蜂寿命的影响

Fig.3 Effects of different bee pollens on longevity of *Apis mellifera ligustica* workers

### 3.2 不同花粉对意大利蜜蜂蜂群采食量及工蜂采集行为的影响

采食量可以反映饲料的适口性及营养状况,是蜜蜂摄入营养的决定性因素,进而影响蜜蜂的生长发育和生产性能,故要求蜂花粉饲料要有一定的适口性,前人的研究结果也显示了蜜蜂对天然花粉的偏好性<sup>[21]</sup>。而花粉的颜色、气味、蛋白质与脂类物质含量等因素对蜜蜂的偏好性均有影响,故花粉来源不同,对蜜蜂的吸引力也有所差异<sup>[22]</sup>。本研究结果显示,意大利蜜蜂对4种不同蜂花粉的采食量不同,可能是因为来源不同的蜂花粉,其蛋白质、脂类物质含量具有较大差异,尤其是脂类中的亚油酸和亚麻酸可能会对蜜蜂有一定的诱食作用<sup>[23]</sup>。对本试验中采用的4种蜂花粉的营养成分及含量的分析结果显示,油菜花粉和茶花粉中蛋白质、亚油酸和亚麻酸的含量显著高于玉米花粉和荷花花粉<sup>[9]</sup>,这可能就是造成蜜蜂对茶花粉和油菜花粉的采食量较高的原因。本试验结果显示了茶花粉和油菜花粉可以提高工蜂的采集活性。

### 3.3 不同蜂花粉对意大利蜜蜂工蜂初生重、虫体蛋白质含量及寿命的影响

工蜂初生重、虫体蛋白质含量及寿命是衡量蜜蜂个体生长发育的重要指标,在一定程度上决定了其哺育能力及采集活性,进而影响蜂群的生产性能及繁殖性能<sup>[24-25]</sup>。前人研究表明,工蜂体重尤其是工蜂初生重、工蜂体蛋白质含量和寿命与蜂群的营养状态具有很大的相关性<sup>[26]</sup>。在本研究中,4个蜂花粉试验组工蜂初生重、新出房工蜂虫体蛋白质含量和寿命均显著高于空白对照组,说明充足的蜂花粉饲料保证了工蜂的质量。在本研究中,茶花粉组、油菜花粉组和荷花花粉组均表现出较长的寿命,可能与其含有较多的蛋白质有关<sup>[9]</sup>,此结果与郑本乐<sup>[27]</sup>在意大利蜜蜂春繁阶段代用花粉中适宜蛋白质水平的研究中得出的工蜂寿命随蛋白质水平的升高而延长的结果相似。但是4种不同蜂花粉对工蜂初生重的影响不显著,原因可能是不同蜂花粉在促进蜂群群势及封盖子量发展的同时消耗了蜂花粉中大量的蛋白质,蛋白质营养不充足限制了新出房工蜂的质量<sup>[25-26]</sup>,并在一定程度上消除了不同蜂花粉对新出房工蜂体重的影响。

## 4 结 论

相对于荷花粉和玉米花粉,茶花粉和油菜花粉能够显著提高意大利蜜蜂蜂群群势、封盖子量及采集活性。因此,在意大利蜜蜂的春繁期,为了促进群势发展、提高蜂群采集活性、加强蜂群繁殖,补饲茶花粉和油菜花粉的效果较好。

## 参考文献:

- [ 1 ] VAUDO A D, TOOKER J F, GROZINGER C M, et al. Bee nutrition and floral resource restoration [ J ]. *Current Opinion in Insect Science*, 2015, 10: 133–141.
- [ 2 ] WANG Y, MA L T, ZHANG W X, et al. Comparison of the nutrient composition of royal jelly and worker jelly of honey bees (*Apis mellifera*) [ J ]. *Apidologie*, 2016, 47(1): 48–56.
- [ 3 ] DI PASQUALE G, ALAUX C, LE CONTE Y, et al. Variations in the availability of pollen resources affect honey bee health [ J ]. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0162818.
- [ 4 ] FILIPIAK M, KUSZEWSKA K, ASSELMAN M, et al. Ecological stoichiometry of the honeybee: pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality [ J ]. *PLoS One*, 2017, 12(8): e0183236.
- [ 5 ] MORTENSEN A N, JACK C J, BUSTAMANTE T A. Effects of supplemental pollen feeding on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony strength and *Nosema* spp. infection [ J ]. *Journal of Economic Entomology*, 2019, 112(1): 60–66.
- [ 6 ] PIOUS V, TABART J, HEMPTINNE J L, et al. Effect of pollen extract supplementation on the varroa tolerance of honey bee (*Apis mellifera*) larvae reared in vitro [ J ]. *Experimental and Applied Acarology*, 2018, 74(1): 25–41.
- [ 7 ] NABORS R. The effects of spring feeding pollen substitute to colonies of *Apis mellifera* [ J ]. *American Bee Journal*, 2000, 140(4): 322–323.
- [ 8 ] 张红城,董捷,李慧,等.六种蜂花粉多酚和黄酮类物质含量测定及抗氧化性的研究 [ J ]. *食品科学*, 2007, 28(9): 500–504.
- [ 9 ] 高丽娇,刘佳霖,程尚,等.四种花粉的营养成分及含量分析 [ J ]. *黑龙江畜牧兽医*, 2016(10): 175–177.
- [ 10 ] 李成成,杨维仁,胥保华,等.意大利蜜蜂生长发育适宜蛋白供给水平及其对幼虫抗氧化活性的影响 [ J ]. *中国农业科学*, 2011, 44(22): 4714–4720.
- [ 11 ] 冯倩倩,杨维仁,胥保华,等.不同水平维生素 A 对意大利蜜蜂春繁阶段群势及幼虫抗氧化性的影响 [ J ]. *中国农业科学*, 2012, 45(17): 3584–3591.
- [ 12 ] ZHENG B, WU Z, XU B. The effects of dietary protein levels on the population growth, performance, and physiology of honey bee workers during early spring [ J ]. *Journal of Insect Science*, 2014, 14(1): 191–197.
- [ 13 ] 王圣伟.意大利蜜蜂工蜂幼虫和成蜂饲料中亚油酸适宜添加水平的研究 [ D ]. 硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2015.
- [ 14 ] 王颖,马兰婷,胥保华.蜜蜂营养需要研究的必要性及策略 [ J ]. *动物营养学报*, 2011, 23(8): 1269–1272.
- [ 15 ] FLEMING J C, SCHMEHL D R, ELLIS J D. Characterizing the impact of commercial pollen substitute diets on the level of *Nosema* spp. in honey bees (*Apis mellifera* L.) [ J ]. *PLoS One*, 2015, 10(7): e0132014.
- [ 16 ] 肖培新,胥保华.不同人工代花粉对蜂群群势和生产性能的影响 [ J ]. *昆虫知识*, 2010, 47(5): 900–903.
- [ 17 ] DANIHLÍK J, ŠKRABIŠOVÁ M, LENOBEL R, et al. Does the pollen diet influence the production and expression of antimicrobial peptides in individual honey bees? [ J ]. *Insects*, 2018, 9(3): E79.
- [ 18 ] 刘俊峰,吴小波,颜伟玉,等.饲料蛋白水平对中华蜜蜂春繁性能及幼虫抗氧化性能的影响 [ J ]. *江西农业大学学报*, 2011, 33(5): 960–964.
- [ 19 ] 肖培新.代用花粉对蜂群群势和生产性能的影响及蜜蜂抗氧化酶基因表达的研究 [ D ]. 硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2010.
- [ 20 ] 冯倩倩,杨维仁,胥保华,等.不同水平维生素 A 对意大利蜜蜂春繁阶段群势及幼虫抗氧化性的影响 [ J ]. *中国农业科学*, 2012, 45(17): 3584–3591.
- [ 21 ] DASTOURI M R, MAHERI-SIS N, AGHAJANZADEH-GOLSHANI A, et al. The effect of replacement feeding of some protein sources with pollen on honey bee population and colony performance [ J ]. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2007, 6(11): 1258–1261.
- [ 22 ] BOCH R. Relative attractiveness of different pollens to honeybees when foraging in a flight room and when fed in the hive [ J ]. *Journal of Apicultural Research*, 1982, 21(2): 104–106.
- [ 23 ] SINGH S, SAINI K, JAIN K L. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees [ J ]. *Journal of Apicultural Research*

- search, 1999, 38(1):87-92.
- [24] 赵凤奎, 胥保华, 王红芳. 意大利蜜蜂工蜂幼虫饲料中适宜色氨酸水平[J]. 中国农业科学, 2015, 48(7):1453-1462.
- [25] 戴荣国, 曹兰, 王瑞生, 等. 不同水平亮氨酸对繁殖期意大利蜜蜂蜂群群势及工蜂发育的影响[J]. 昆虫学报, 2016, 59(5):500-508.
- [26] 张怡丁, 张卫星, 胥保华, 等. 人工饲养条件下意大利蜜蜂幼虫饲料的适宜粗蛋白质水平[J]. 动物营养学报, 2014, 26(9):2722-2729.
- [27] 郑本乐. 意大利蜜蜂春繁阶段代用花粉中适宜蛋白质水平的研究[D]. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学, 2012.

## Effects of Different Bee Pollens on Colony Reproduction and Worker Development of *Apis mellifera ligustica*

GAO Lijiao LIU Jialin LUO Wenhua YANG Jinlong CAO Lan  
JI Conghui WANG Ruisheng REN Qin\*

(Chongqing Academy of Animal Sciences, Institute of Economic Animal, Chongqing 402460, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to investigate the effects of different bee pollens on colony reproduction and worker development of *Apis mellifera ligustica*, in order to provide reference for the beekeepers choosing pollen feed. Fifteen colonies of *Apis mellifera ligustica* with equal colony population were randomly divided into 5 groups (3 colonies per group) including 4 experimental groups with different bee pollens and 1 blank control group. Bees in 4 experimental groups were fed lotus pollen, corn pollen, camellia pollen and rape pollen for 36 days, respectively, while those in blank control group were fed nothing. The results showed as follows: compared with lotus pollen and corn pollen, camellia pollen and rape pollen significantly promoted the population of bee colony on day 36 ( $P<0.05$ ); the amount of sealed brood on day 36 of bee colony in camellia pollen group was significantly higher than that in other 3 bee pollen groups, and it in rape pollen was significantly higher than that in lotus pollen group ( $P<0.05$ ). During the feeding period of 36 days, the feeding amount of bee colony in rape pollen group and camellia pollen group was significantly higher than that in lotus pollen group ( $P<0.05$ ). During the time intervals of 12:00—12:05 and 14:00—14:05, the foraging activity of bee workers in rape pollen group and camellia pollen group was significantly higher than that in other bee pollen groups and blank control group ( $P<0.05$ ). The body protein content of 6-day-old worker larvae in camellia pollen group and rape pollen group was significantly higher than that in other groups ( $P<0.05$ ). Compared with corn pollen, rape pollen, lotus pollen and camellia pollen could increase the longevity of bee workers ( $P<0.05$ ). The results suggest that different bee pollens have a great influence on the colony reproduction and worker development of *Apis mellifera ligustica*, and camellia pollen and rape pollen should be provided to promote the development of *Apis mellifera ligustica* colony during the period of spring multiplication. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2019, 31(10):4630-4636]

**Key words:** bee pollen; *Apis mellifera ligustica*; colony development; bee worker development