

不同取浆时间的蜂王浆对小鼠免疫功能的影响

郭亚惠¹, 刘志勇², 陈丽玲², 张洁²,
舒坤², 周林斌¹, 潘其忠¹, 曾志将^{*1}

(1. 江西农业大学 蜜蜂研究所, 江西 南昌 330045; 2. 江西中医药大学 实验动物科技中心, 江西 南昌 330006)

摘要: 探讨了不同取浆时间所生产蜂王浆对小鼠免疫力的影响。将 48 h 和 72 h 取的蜂王浆 (48 h RJ、72 h RJ) 采用灌喂的方法给予 Balb/c 小鼠, 每种蜂王浆分别设高剂量组 9 000 mg/kg (48 h RJ-H、72 h RJ-H), 中剂量组 3 000 mg/kg (48 h RJ-M、72 h RJ-M), 低剂量组 1 000 mg/kg (48 h RJ-L、72 h RJ-L), 同时设一个对照组。每次灌喂量为 10 mL/kg, 空白对照则灌以等量蒸馏水。迟发型变态反应实验经口连续灌胃 30 d, 灌喂结束后, 用二硝基氟苯诱导实验小鼠迟发型变态反应, 测定各组实验小鼠迟发型变态反应水平; 碳廓清能力实验经口连续灌胃 45 d, 灌喂结束后, 自小鼠眼内眦注入墨汁, 观察各组实验小鼠碳廓清能力。各剂量组均未对小鼠脏器系数产生显著影响 ($P>0.05$); 48 h RJ-H 组和 72 h RJ 3 个剂量组与对照组小鼠相比, 耳片质量差差异显著 ($P<0.05$); 48 h RJ-H 组、72 h RJ-M、H 剂量组碳廓清指数 K 和吞噬指数 a 与对照组比, 都存在差异显著 ($P<0.05$)。表明 48 h RJ 和 72 h RJ 均具有增强小鼠免疫功能的作用, 但 72 h RJ 优于 48 h RJ。

关键词: 蜂王浆; 不同取浆时间; 小鼠; 免疫力

中图分类号: S 89 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2016)08—0828—06

Effects of Royal Jellies with Different Harvesting Time on the Immune Functions of Mice

GUO Yahui¹, LIU Zhiyong², CHEN Liling², ZHANG Jie²,
SHU Kun², ZHOU Linbin¹, PAN Qizhong¹, ZENG Zhijiang^{*1}

(1. Honeybee Research Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Nanchang 330045, China; 2. Laboratory Animal Science and Technology Center, Jiangxi Chinese Medicine University, Nanchang 330006, China)

Abstract: This study aimed to explore effects of royal jellies having different harvesting time on the immunity of mice. Results showed that no significant effects ($P>0.05$) on the ratios of organ/body weight of Balb/c mice were observed with three doses (9 000, 3 000 and 1 000 mg/kg) of 48 h or 72 h royal jellies. In the delayed type hypersensitivity experiment, feeding the highest dose of 48 h or three doses of 72 h royal jellies daily by oral gavage for 30 days to mice induced by dinitrofluorobenzene resulted in remarkable effects ($P<0.05$) on the weight differences of ear slices. For the carbon clearance ability experiment, the clearance index and phagocytic index of mice fed

收稿日期: 2015-03-11

基金项目: 国家蜂产业技术体系资助项目 (CARS-45-kxj12); 赣鄱英才 555 工程资助项目 (赣才字[2013]2 号)。

* 通信作者: 曾志将 (1965—), 男, 江西吉水人, 理学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事蜜蜂科学研究。

E-mail: bees1965@sina.com

with the highest dose of 48 h, the medium or highest doses of 72 h royal jellies daily by oral gavage for 45 days and then injected with ink from the eye canthi were statistically significant ($P<0.05$) compared to those of the control group. Therefore, both 48 h and 72 h royal jellies could enhance the immunity of mice with the latter being superior to the former.

Keywords: royal jelly, different harvesting time, mice, immunity

蜂王浆(Royal Jelly, RJ)主要是由 5~15 日龄工蜂的咽下腺和上颚腺分泌的一种乳白色或淡黄色浆状物,由于是蜂王的主要食物而得名“蜂王浆”^[1]。蜂王浆生产有不同方式,比如移虫后 48 h 取浆和 72 h 取浆。48 h 取的蜂王浆(48 h RJ)与 72 h 取的蜂王浆(72 h RJ)两者的生物学功能是否存在差异尚不清楚。蜂王浆成分受蜂种、蜜源种类、地理环境、营养等因素影响^[2-7]。蜂王浆中含有氨基酸、活性蛋白质、维生素、黄酮类化合物、核酸、有机酸等许多生物活性物质^[3-9],具有增强免疫力、抗氧化、降血脂、控制血糖等生物学功能^[10-14]。不同取浆时间生产的蜂王浆成分及含量有所不同^[4,15],但其功能是否有差异,目前还不清楚。虽然传统观点认为:48 h RJ 质量优于 72 h RJ,但是没有科学依据。为了科学评价 48 h RJ 和 72 h RJ 对动物免疫性能的影响,利用“免移虫蜂王浆生产技术”^[16-18],以 1 日龄内幼虫进行免移虫蜂王浆生产,系统研究了 48 h RJ 和 72 h RJ 对小鼠免疫功能的影响。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 试验样品 利用江西农业大学蜜蜂研究所饲养的意大利蜜蜂(*Apis mellifera ligustica*),按照免移虫蜂王浆生产技术^[16-18],控制蜂王产卵,以保证同一批生产蜂王浆的幼虫都是 1 日龄内小幼虫,然后分别生产 48 h RJ 和 72 h RJ, -18 ℃ 保存备用。

1.1.2 仪器设备及试剂 YB502 型电子天平,上海海康电子仪器厂制造;AY220 型电子分析天平,岛津公司制造;721 型分光光度计,上海申化仪表自控公司制造。2,4-二硝基氟苯,武汉福鑫化工有限公司生产;印度墨水,规格 100 mL,批号 0040325,北京笃信精细制剂厂生产。

1.1.3 实验动物 近交系 Balb/c 小鼠, (20±2) g, 单一雄性,共 168 只,由湖南斯莱克景达实验动物

有限公司提供,合格证号 SCXK(湘)2011-0003。抗二硝基氟苯诱导小鼠迟发型变态反应实验和碳廓清实验各需 84 只小鼠。每个实验各设 7 组,每组动物 12 只,购进后动物在江西中医药大学实验动物中心屏障系统内饲养,所有实验动物均食用全价营养配合饲料,动物自由摄食、饮水。

1.1.4 剂量设置与分组 每个样品实验设 3 个剂量组和一个空白对照组,以人推荐用量 15 g/(d·50 kg)即 300 mg/kg 为参考;以 3 000 mg/kg 为动物实验的中剂量组,表示为 48 h RJ-M、72 h RJ-M;上下再各设 1 个高剂量组为 9 000 mg/kg,表示为 48 h RJ-H、72 h RJ-H;以及低剂量组为 1 000 mg/kg,表示为 48 h RJ-L、72 h RJ-L。每次灌喂量为 10 mL/kg,空白对照组则灌以等量蒸馏水,表示为 C。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理及给样方法和时间 蜂王浆样品每天新鲜配制,每只动物灌喂体积为 10 mL/kg,受试样品给予时间 30~45 d。

1.2.2 日常观察 每日观察小鼠的行为活动、进食及饮水情况,每周称量体质量。

1.2.3 蜂王浆抗二硝基氟苯诱导小鼠迟发型变态反应实验 在灌胃 30 d 结束后,用二硝基氟苯诱导所有小鼠迟发型变态反应。

1)DNFB 溶液的配制:DNFB 溶液应新鲜配制,称取 DNFB 50 mg,置清洁干燥小瓶中,然后加入预先配好的丙酮麻油溶液(丙酮-麻油体积比=1:1)5 mL,盖好瓶塞并密封。混匀后,用 250 μL 的注射器通过瓶盖取用。

2)致敏:将小鼠腹部皮肤用硫化钡脱毛,范围约 3 cm×3 cm,用 DNFB 溶液 50 μL 均匀涂抹致敏。

3)DTH 的产生与测定:5 d 后,用 DNFB 溶液 10 μL 均匀涂抹于小鼠右耳(两面)进行攻击。攻击后 24 h 颈椎脱臼处死小鼠,剪下左右耳壳。用打孔器在相同部位取下直径 8 mm 的耳片,称质量并计算:

$$M=m_y-m_z \quad (1)$$

式(1)中: M 为耳片质量差, m_y 为右耳质量, m_z 为左耳质量。

1.2.4 蜂王浆对小鼠的墨汁廓清实验 在灌胃 45 d 结束后,将所有小鼠自内眦静脉注射印度墨汁,观察小鼠对墨汁的清除能力^[19]。

1)墨汁的配制:将墨汁原液用生理盐水稀释 4 倍。

2)质量分数 0.1% Na_2CO_3 溶液的配制:取 0.1 g Na_2CO_3 ,加入蒸馏水至 100 mL。

注射墨汁前称小鼠体质量,然后从小鼠内眦静脉注入稀释的印度墨汁,按每 10 g 体质量 0.1 mL 计算。待墨汁注入,立即计时。分别在 2 min 和 10 min 时从内眦静脉丛取血 20 μL ,并立即将其加到 2 mL 质量分数 0.1% Na_2CO_3 溶液中。用 721 型分光光度计在 600 nm 波长处测光密度值(OD),以质量分数 0.1% Na_2CO_3 溶液作空白对照。然后将小鼠处死,取肝脏和脾脏,用滤纸吸干脏器表面血污,称质量。按

以下公式分别计算廓清指数 K 和吞噬指数 α 。

$$K=(\lg\text{OD}_{10}-\lg\text{OD}_2)/(t_{10}-t_2) \quad (2)$$

$$\alpha=[m_t/(m_g+m_p)]\times\sqrt[3]{K} \quad (3)$$

式(2)(3)中, t_{10} 和 t_2 分别表示 10 min 和 2 min; m_t 为体质量, m_g 为肝质量, m_p 为脾质量。

1.3 数据处理统计分析

结果用 SPSS 中 LSD (Least Significant Difference)法进行两两比较,以 $P<0.05$ 为差异显著性判定。

2 实验结果

2.1 蜂王浆抗二硝基氟苯诱导小鼠迟发型变态反应实验

2.1.1 小鼠周平均体质量变化 由表 1 可知,各组小鼠之间各周体质量均无显著性差异($P>0.05$)。实验期间各组小鼠日常活动观察无异常,毛发光泽,摄食饮水活动及大小便均正常,小鼠生长情况良好。

表 1 48 h RJ 和 72 h RJ 对抗二硝基氟苯诱导小鼠迟发型变态反应实验中体质量的影响

Table 1 Effects of 48 h RJ and 72 h RJ on the average body weights of mice induced with DNFB

组别	动物数	第 0 周	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周
C	12	19.54±0.80 ^a	20.28±1.10 ^a	20.52±1.10 ^a	21.25±0.90 ^a	22.06±0.90 ^a
48h RJ-L	12	19.43±0.70 ^a	20.56±1.00 ^a	20.61±1.00 ^a	20.88±0.90 ^a	22.15±0.80 ^a
48h RJ-M	12	19.40±0.80 ^a	20.07±1.00 ^a	20.80±1.00 ^a	20.63±0.90 ^a	21.57±0.90 ^a
48h RJ-H	12	19.49±0.70 ^a	20.21±1.00 ^a	20.38±1.00 ^a	21.13±1.00 ^a	21.95±1.00 ^a
72h RJ-L	12	19.50±0.70 ^a	20.50±1.00 ^a	20.60±1.00 ^a	21.30±0.90 ^a	21.80±0.90 ^a
72h RJ-M	12	19.44±0.70 ^a	20.28±1.00 ^a	19.92±1.00 ^a	21.03±0.90 ^a	21.82±0.90 ^a
72h RJ-H	12	19.31±0.70 ^a	20.01±1.00 ^a	20.21±1.00 ^a	20.59±1.10 ^a	21.35±0.90 ^a

注:同列数据比较,相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

2.1.2 小鼠脾脏系数及小鼠耳片质量差 从表 2 可知,各组小鼠的脾脏系数之间差异不显著($P>0.05$)。48 h RJ-H 组和 72 h RJ 3 个剂量组小鼠耳片

质量差与对照组相比,均有显著差异($P<0.05$)。在相同剂量(低剂量或中剂量)时,72 h RJ 组耳片质量差显著低于相同剂量 48 h RJ 组。

表 2 48 h RJ 和 72 h RJ 对抗二硝基氟苯致小鼠变态反应的脾脏系数和耳片质量差的影响

Table 2 Effects of 48 h RJ and 72 h RJ on the spleen coefficient and the weight difference of ear slices of mice induced with DNFB

组别	动物数	脾脏系数	耳片重量差/mg
C	12	0.63±0.10 ^a	1.77±0.58 ^a
48h RJ-L	12	0.57±0.09 ^a	1.58±0.54 ^a
48h RJ-M	12	0.57±0.08 ^a	1.48±0.50 ^a
48h RJ-H	12	0.64±0.12 ^a	1.09±0.39 ^b
72h RJ-L	12	0.70±0.13 ^a	1.13±0.43 ^b
72h RJ-M	12	0.68±0.08 ^a	1.18±0.43 ^b
72h RJ-H	12	0.74±0.07 ^a	1.16±0.33 ^b

2.2 蜂王浆对小鼠墨汁廓清实验的影响

小鼠各周体质量稳步增长,组间均无显著性差异($P>0.05$)。

2.2.1 小鼠周平均体质量变化

由表3可知,各组

表3 48 h RJ 和 72 h RJ 对廓清实验各组小鼠平均体质量的影响

Table 3 Effects of 48 h RJ and 72 h RJ on the average body weights of mice injected with ink

组别	动物数	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周
C	12	19.75±0.88 ^a	23.36±1.04 ^a	24.91±1.02 ^a	25.16±1.29 ^a	26.25±1.25 ^a	28.33±1.16 ^a
48h RJ-L	12	20.15±0.75 ^a	24.01±0.54 ^a	25.61±0.73 ^a	26.94±0.95 ^a	27.43±1.61 ^a	28.79±2.34 ^a
48h RJ-M	12	20.00±0.51 ^a	23.68±1.56 ^a	25.04±1.27 ^a	25.88±1.57 ^a	26.58±1.5 ^a	27.82±1.47 ^a
48h RJ-H	12	20.23±0.59 ^a	23.79±1.05 ^a	25.02±1.14 ^a	25.92±1.25 ^a	26.69±1.19 ^a	27.38±1.20 ^a
72h RJ-L	12	19.77±1.04 ^a	23.68±1.33 ^a	24.35±1.41 ^a	26.26±1.36 ^a	26.35±1.36 ^a	26.90±1.71 ^a
72h RJ-M	12	20.00±0.45 ^a	23.41±0.82 ^a	24.48±1.08 ^a	25.54±1.11 ^a	25.7±1.14 ^a	27.01±1.24 ^a
72h RJ-H	12	20.57±0.37 ^a	24.11±1.15 ^a	25.63±2.78 ^a	25.98±1.08 ^a	26.24±1.77 ^a	27.05±2.12 ^a

2.2.2 小鼠胸腺、脾脏和肝脏脏器系数的变化 从表4可知,72 h RJ-H组脾脏质量比显著高于对照组($P<0.05$),其它各组的胸腺体质量比和肝脏质量比都差异不显著($P>0.05$)。

组、72 h RJ-M、H剂量组廓清指数和吞噬指数与对照组比,都存在显著差异($P<0.05$)。72 h RJ-M组廓清指数和吞噬指数都分别显著高于48 h RJ-M组。如表5所示。

2.2.3 小鼠碳廓清指数和吞噬指数

48 h RJ -H

表4 48 h RJ 和 72 h RJ 对廓清实验小鼠主要脏器质量比的影响

Table 4 Effects of 48 h RJ and 72 h RJ on the proportion of main organs of mice injected with ink

组别	动物数	胸腺体质量比	肝脏质量比	脾脏质量比
C	12	0.125±0.023 ^a	4.92±0.27 ^a	0.41±0.10 ^a
48h RJ-L	12	0.122±0.038 ^a	5.23±0.66 ^a	0.41±0.06 ^a
48h RJ-M	12	0.172±0.037 ^a	5.09±0.28 ^a	0.38±0.04 ^a
48h RJ-H	12	0.107±0.051 ^a	5.45±0.88 ^a	0.37±0.06 ^a
72h RJ-L	12	0.091±0.020 ^a	4.95±0.64 ^a	0.43±0.08 ^a
72h RJ-M	12	0.107±0.023 ^a	4.65±0.31 ^a	0.41±0.06 ^a
72h RJ-H	12	0.091±0.020 ^a	4.92±0.27 ^a	0.56±0.10 ^b

表5 48 h RJ 和 72 h RJ 对廓清实验小鼠碳廓清指数和吞噬指数的影响

Table 5 Effects of 48 h RJ and 72 h RJ on carbon clearance index and phagocytic index of mice injected with ink

组别	动物数	廓清指数 K	吞噬指数 α
C	12	0.072±0.032 ^a	0.456±0.210 ^a
48h RJ-L	12	0.087±0.008 ^a	0.486±0.099 ^a
48h RJ-M	12	0.087±0.015 ^a	0.530±0.090 ^a
48h RJ-H	12	0.093±0.014 ^b	0.584±0.104 ^b
72h RJ-L	12	0.086±0.020 ^a	0.547±0.161 ^a
72h RJ-M	12	0.098±0.010 ^b	0.650±0.075 ^b
72h RJ-H	12	0.114±0.020 ^b	0.610±0.180 ^b

3 分析讨论

迟发型超敏反应又名Ⅳ型变态反应,是特异性致敏T细胞所介导,包括经典的迟发型超敏反应和细胞介导的细胞毒性反应,两者均系致敏T细胞接触特异性抗原而引起。二硝基氟苯是一种半抗原,

将其溶液涂抹腹部皮肤后,与皮肤蛋白质结合成完全抗原,由此刺激T淋巴细胞增殖成致敏淋巴细胞。4~7 d后将其再次涂抹于皮肤,可使局部产生迟发型变态反应,在抗原攻击后24~48 h到达高峰,可能会增加脾脏系数,同时涂抹药物的皮肤会水肿。

单核巨噬细胞系统是机体非特异性免疫系统的重要组成部分,单核巨噬细胞的吞噬能力是衡量机体非特异性免疫功能的标志之一,当颗粒状异物注入血液循环后,迅速被单核巨噬细胞所清除,主要被肝和脾脏的巨噬细胞所吞噬,小鼠碳廓清实验中测得的廓清指数 K 可反映网状内皮系统的吞噬功能,吞噬指数 α 则可反映单核巨噬细胞的吞噬能力。

本实验中所使用的 48 h RJ 和 72 h RJ 都是项目组实验蜂场同一时间生产的蜂王浆,各种生产条件一致,因此在一定程度减少了蜂王浆成分受其它因素的影响。

本实验各剂量组小鼠生长良好,表示蜂王浆是安全的。另外 48 h RJ 组和 72 h RJ 组对小鼠耳片质量、碳廓清指数、吞噬指数的影响存在一定差异,这

种差异可能是两种王浆成分及含量不同所致,但具体哪些成分造成的这种差异还有待于进一步研究。

48 h RJ-H 组小鼠耳片质量差、碳廓清指数和吞噬指数与 48 h RJ-M 组、48 h RJ-L 组、对照组都存在差异显著;同样 72 h RJ-H 组、72 h RJ-M 组小鼠碳廓清指数和吞噬指数与 72 h RJ-L 组、对照组也都存在差异显著。这些结果说明:蜂王浆剂量高低直接关系到小鼠免疫功能强弱。但具体哪种剂量效果最佳,也有待于进一步探讨。

4 结 语

系统研究了 48 h RJ 和 72 h RJ 对小鼠免疫功能的影响,并发现 72 h RJ 对小鼠免疫功能优于 48 h RJ。

参考文献:

- [1] 曾志将. 养蜂学[M]. 第2版. 北京:中国农业出版社,2009.
- [2] 王艳辉, 余玉生, 卢焕仙, 等. 不同品种蜜蜂及不同花期生产蜂王浆癸烯酸含量的差异 [J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 337-338.
WANG Yanhui, YU Yusheng, LU Huanxian, et al. Decenoic acid content difference in royal jelly from different honeybee strains and different florescence[J]. **Jiangsu Agricultural Sciences**, 2012, 40(12): 337-338. (in Chinese)
- [3] ZENG Z J, ZOU Y, GUO D S, et al. Comparison studies of DNA and RNA in royal jelly from *Apis mellifera* and *Apis cerana*[J]. **Indian Bee Journal**, 2006, 68(1-4): 18-21.
- [4] ZHENG H Q, HU F L, DIETEMANN V. Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards[J]. **Apidologie**, 2011, 42(1): 39-47.
- [5] WEI W T, HU Y Q, ZHENG H Q, et al. Geographical influences on content of 10-hydroxy-trans-2-decenoic acid in royal jelly in China[J]. **Journal of Economic Entomology**, 2013, 106(5): 1958-1963.
- [6] FERIOLI F, ARMAFORTE E, CABONI M F. Comparison of the lipid content, fatty acid profile and sterol composition in local Italian and commercial royal jelly samples[J]. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 2014, 91(6): 875-884.
- [7] 董文滨, 马兰婷, 王颖, 等. 意大利蜜蜂春繁、产浆、越冬和发育阶段营养需要建议标准[J]. 动物营养学报, 2014, 26(2): 342-347.
DONG Wenbin, MA Lanting, WANG Ying, et al. Proposed standard of nutrient requirement for *Apis mellifera* ligustica spinola during the periods of spring multiplication, royal jelly production, overwintering and development [J]. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, 2014, 26(2): 342-347. (in Chinese)
- [8] WEAVER N, JOHNSTON N C, BENJAMIN R, et al. Novel fatty acids from the Royal Jelly of honeybees (*Apis mellifera*, L.)[J]. **Lipids**, 1968, 3(6): 535-538.
- [9] SCHONLEBEN S, SICKMANN A, MUELLER M J, et al. Proteome analysis of *Apis mellifera* royal jelly [J]. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 2007, 389(4): 1087-1093.
- [10] 曾星凯, 谢国秀, 吴小波, 等. 蜂王浆活性组分癸烯酸和氨基酸含量变化对小白鼠抗疲劳作用研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 526-529.
ZENG Xingkai, XIE Guoxiu, WU Xiaobo, et al. Effects of 10-HDA and aminophenol content change of active components in royal jelly on the anti-fatigue function of mice [J]. **Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis**, 2009, 31(3): 526-529. (in Chinese)
- [11] 颜伟玉, 曾星凯, 谢国秀, 等. 蜂王浆中不同活性组分对大鼠降血脂效果影响[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(5): 826-829.

- YAN Weiyu, ZENG Xingkai, XIE Guoxiu, et al. Effects of active components of royal jelly on lipidemia decrease of mice[J]. *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*, 2009, 31(5): 826-829. (in Chinese)
- [12] IWANAMI Y, IWAMATSU M, OKADA I, et al. Comparison of inhibitory effects of royal jelly acid and myrmicacin on germination of *Camellia sinensis* pollens[J]. *Experientia*, 1979, 35(10): 1311-1312.
- [13] MORITA H, IKEDA T, KAJITA K, et al. Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers [J]. *Nutr J*, 2012 (11): 77.
- [14] VITTEK J. Effect of royal jelly on serum lipids in experimental animals and humans with atherosclerosis [J]. *Experientia*, 1995, 51(9-10): 927-935.
- [15] 郭亚惠, 周林斌, 潘其忠, 等. 不同取浆时间对蜂王浆产量和成分的影响[J]. 江西农业大学学报, 2015, 37(1): 120-125.
GUO Yahui, ZHOU Linbin, PAN Qizhong, et al. Effect of different harvesting times on the yield and composition of royal jelly [J]. *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*, 2015, 37(1): 120-125. (in Chinese)
- [16] 曾志将, 吴小波, 张飞, 等. 蜂王浆机械化生产关键技术研究与应用(I)——仿生免移虫生产器设计[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(4): 842-847.
ZENG Zhijiang, WU Xiaobo, ZHANG Fei, et al. Research and application of key technique for mechanized production of royal jelly(I)——A design of bionic non-grafting larvae ovipositor[J]. *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*, 2013, 35(4): 842-847. (in Chinese)
- [17] 张飞, 吴小波, 颜伟玉, 等. 蜂王浆机械化生产关键技术研究与应用(II)——仿生免移虫蜂王浆生产技术[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(5): 1036-1041.
ZHANG Fei, WU Xiaobo, YAN Weiyu, et al. Research and application of key technique for mechanized production of royal jelly (II)——A bionic non-grafting larvae technique for royal jelly production [J]. *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*, 2013, 35(5): 1036-1041. (in Chinese)
- [18] 张飞, 吴小波, 颜伟玉, 等. 蜂王浆机械化生产关键技术研究与应用(III)——仿生免移虫生产蜂王浆的蜂群配套饲养技术[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(6): 1261-1265.
ZHANG Fei, WU Xiaobo, YAN Weiyu, et al. Research and application of key technique for mechanized royal jelly production (III)——Supporting breeding technology with honeybee colony breeding for bionic non-grafting larvae royal jelly production[J]. *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*, 2013, 35(6): 1261-1265. (in Chinese)
- [19] 王红梅, 马玲, 吴少平, 等. 比较两种墨汁注射途径对免疫低下小鼠廓清实验的影响[J]. 中国食品卫生杂志, 2003, 15(4): 314-315
WANG Hongmei, MA Ling, WU Shaoping, et al. Effects of immune disorder mice on clearance tests of two different ink injecting approaches[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2003, 15(4): 314-315. (in Chinese)

会议信息

会议名称(中文): 2016 年中国溶胶-凝胶学术研讨会暨国际论坛

所属学科: 无机化学, 无机非金属材料

开始日期: 2016-10-01

所在城市: 湖南省 长沙市

主办单位: 中国硅酸盐学会、国际玻璃协会 TC-16

协办单位: 浙江大学、吉首大学、长沙学院

承办单位: 中国硅酸盐学会溶胶凝胶分会、国防科技大学

联系电话: 0571-87953313, 87951408

E-MAIL: sol-gel@163.com

会议网站: <http://www.chinasolgel.com/Data/View/230>

会议背景介绍: 由中国硅酸盐学会、国际玻璃协会 TC-16 主办, 中国硅酸盐学会溶胶凝胶分会、国防科技大学承办, 浙江大学、吉首大学、长沙学院协办的“2016’中国溶胶-凝胶学术研讨会暨国际论坛”将于 2016 年 10 月在湖南省长沙市召开。本次会议继续秉承“原始创新、把握现在、引领未来”会议宗旨, 着重交流近二年来国内外溶胶-凝胶技术的基础理论与新材料制备等方面的最新成果。会议特邀国际、国内溶胶-凝胶领域知名专家作大会特邀报告。

热诚欢迎国内外相关科研院所、高等院校的专家学者、研究生以及粉体、化工、光电器件、功能材料等生产企业工程技术人员踊跃投稿、报名参会, 共同推动溶胶-凝胶科学与技术的发展。