

黄晓 江武军 何旭江 等. 中蜂雄蜂封盖气孔结构及功能分析[J]. 江西农业大学学报, 2016, 38(2): 376-380.

# 中蜂雄蜂封盖气孔结构及功能分析

黄 晓 江武军 何旭江 曾志将\*

(江西农业大学 蜜蜂研究所, 江西 南昌 330045)

摘要: 以中华蜜蜂和意大利蜜蜂为实验材料, 利用扫描电镜观察中蜂雄蜂封盖气孔形成过程和不同封盖结构, 利用全自动数字式物透气量仪测定不同封盖透气性。结果表明: 中蜂雄蜂封盖第 7 天, 已形成气孔结构, 直径 0.4~0.5 mm; 中蜂雄蜂封盖透气性显著低于中蜂工蜂、意蜂工蜂和雄蜂封盖, 并且中蜂雄蜂封盖质地结构紧密。人工封盖中蜂雄蜂气孔实验表明: 中蜂雄蜂封盖气孔对雄蜂发育有一定影响。

关键词: 中蜂; 雄蜂; 气孔

中图分类号: S894.1<sup>+</sup>3 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2016)02-0376-05

## Studies on the Structure and Function of the Pore in the Drone Cell Capping of *Apis cerana cerana*

HUANG Xiao, JIANG Wu-jun, HE Xu-jiang, ZENG Zhi-jiang\*

(Honeybee Research Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** *Apis mellifera* and *Apis cerana cerana* were used in this study. A scanning electron microscopy (sem) was employed to observe the forming process of pores on the cell caps of drones and different structures of cell caps, and a digital permeability instrument was used to detect the air permeability of different cell caps. The results showed that on the seventh day of cell capping in drones, the pore structure with a diameter around 0.4-0.5 mm had already formed. Furthermore, the permeability of drone cell caps of *Apis cerana cerana* was significantly lower than that of worker cell caps of *Apis cerana cerana* and that of worker and drone cell caps of *Apis mellifera*. What's more, the drone cell caps had a compact structure. The experiment of artificial cell capping of the drones of *Apis cerana cerana* showed that the pore of drone cell caps had a certain influence on the development of drones of *Apis cerana cerana*.

**Keywords:** *Apis cerana cerana*; drone; pore

蜜蜂是一种重要的经济昆虫, 不但能提供营养丰富的蜂产品<sup>[1-2]</sup>, 而且能为农作物及果树进行高效授粉<sup>[2-4]</sup>。中华蜜蜂(*Apis cerana cerana*, 简称中蜂)是东方蜜蜂(*Apis cerana*)的指名亚种, 是我国宝贵蜂种资源, 也是相对西方蜜蜂(*Apis mellifera*)之外的 1 个独立蜂种, 中蜂具有许多独特的生物学特性<sup>[4-5]</sup>。

很难考证是谁第一个发现东方蜜蜂雄蜂封盖子带有气孔。有文献记载: 1907 年 Jacobson 在给昆虫学家 Buttl-reepen 信中提到在东方蜜蜂雄蜂封盖有气孔现象<sup>[6]</sup>。1912 年 Buttl-reepen 到印尼苏门答腊岛旅游时, 也发现东方蜜蜂雄蜂封盖子带有气孔结构<sup>[6]</sup>。Hanel and Ruttner<sup>[6]</sup>研究了东方蜜蜂雄蜂封盖子气孔的结构, Rath<sup>[7]</sup>发现当蜂蜡封盖东方蜜蜂雄蜂封盖子气孔时, 巢房中雄蜂幼虫变态延迟或停止。Free<sup>[8]</sup>认为西方蜜蜂雄蜂房封盖和茧衣层结构疏松可以透气。

收稿日期: 2015-07-18 修回日期: 2015-09-17

基金项目: 国家蜂产业技术体系资助项目(CARS-45-kxj12)

Project supported by the Earmarked Fund for China Agriculture Research System (CARS-45-kxj12)

作者简介: 黄晓(1989—)男, 硕士生, 主要从事蜜蜂研究, 946200181@qq.com; \* 通信作者: 曾志将, 教授, 博士生导师, bees1965@sina.com。

到目前为止, 还未见中蜂雄蜂封盖气孔结构及功能研究报道, 正是鉴于此, 笔者开展了相关研究工作, 现总结报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验蜂群

试验蜂群是在江西农业大学蜜蜂研究所饲养的中蜂 (*Apis cerana cerana*) 和意大利蜜蜂 (*Apis mellifera ligustica*, 简称意蜂)。

### 1.2 实验方法

1.2.1 中蜂雄蜂封盖气孔形成过程观察 用隔王板控制中蜂蜂王在中蜂雄蜂巢中产卵 12 h, 等到雄蜂巢房中大幼虫封盖第 1 天、第 2 天、第 3 天、第 7 天和第 12 天, 分别取中蜂雄蜂封盖。样品送到南昌大学分析测试中, 经日本电子公司 (JEOL) JFL-1600 型喷金仪喷金, 然后应用日本电子公司 (JEOL) 日立 JSM-6701F 场发射扫描电镜观察照相。

1.2.2 不同工蜂封盖和雄蜂封盖透气性测定 用隔王板控制蜂王产卵 12 h, 等到巢房中大幼虫封盖后第 1 天, 从试验中蜂和意蜂群中分别取工蜂封盖、雄蜂封盖样品。并送到武汉国量仪器有限公司利用 YG461E 型全自动数字式物透气量仪测定不同封盖透气性。

1.2.3 不同工蜂封盖和雄蜂封盖形态结构观察 直接使用 1.2.2 样品, 送到南昌大学分析测试中, 经日本电子公司 (JEOL) JFL-1600 型喷金仪喷金, 然后应用日本电子公司 (JEOL) 日立 JSM-6701F 场发射扫描电镜观察照相。

1.2.4 人工封盖气孔对中蜂雄蜂发育影响 在中蜂雄蜂巢脾上, 随机选择已形成雄蜂封盖气孔巢房, 用小排笔粘已溶化蜂蜡, 人工小心封住雄蜂封盖气孔, 同时利用同一巢脾上未人工封住雄蜂封盖气孔作对照。将巢脾置于培养箱中羽化 (RH: 75%~85%; T: 35 °C), 并统计标记雄蜂蛹数量, 称量刚羽化雄蜂重量和测定相关形态指标。

### 1.3 数据统计分析

实验数据采用 StatView 软件“ANOVA and t-test”中的“ANOVA or ANCOVA”进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 中蜂雄蜂封盖气孔形成过程观察结果

从图 1 至图 5 可见, 在 1 000 倍扫描电镜下, 可见中蜂雄蜂封盖气孔形成过程。在封盖第 1 天, 没有气孔; 在封盖第 2 天和第 3 天, 内层开始形成气孔, 但外层仍然有蜂蜡封盖; 封盖第 7 天, 已形成外层气孔结构, 呈笠帽状, 表面光滑突出; 封盖第 12 天, 气孔结构更为明显。中蜂雄蜂封盖形成的外层气孔呈椭圆形, 直径 0.4~0.5 mm。

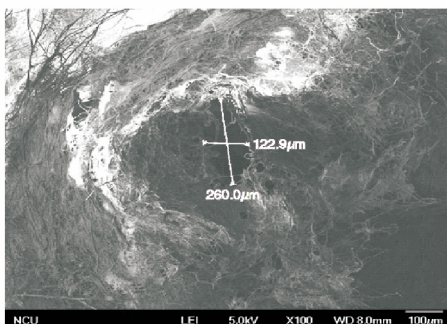


图 2 中蜂雄蜂封盖第 2 天 (1 000×)  
Fig.2 The secondt cap of Acc drone

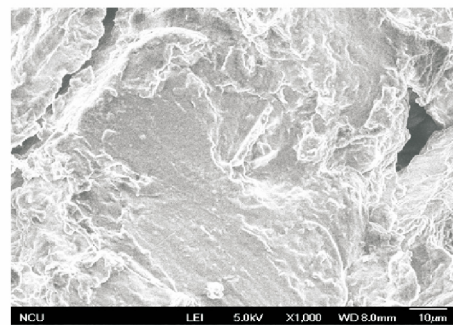


图 1 中蜂雄蜂封盖第 1 天 (1 000×)  
Fig.1 The first cap of Acc drone

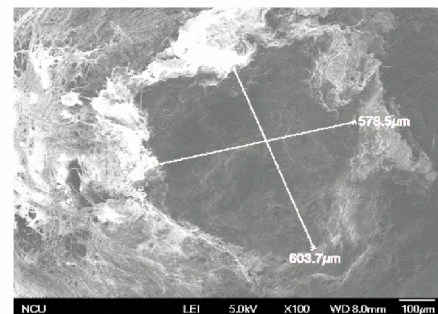


图 3 中蜂雄蜂封盖第 3 天 (1 000×)  
Fig.3 The third cap of Acc drone

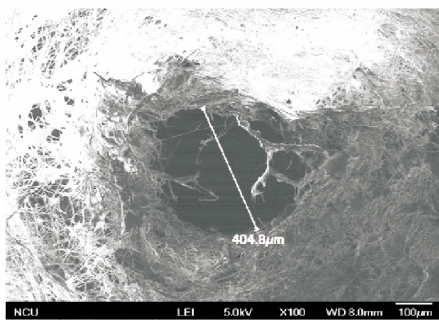


图 4 中蜂雄蜂封盖第 7 天(1 000×)

Fig.4 The 7th cap of *Acc* drone

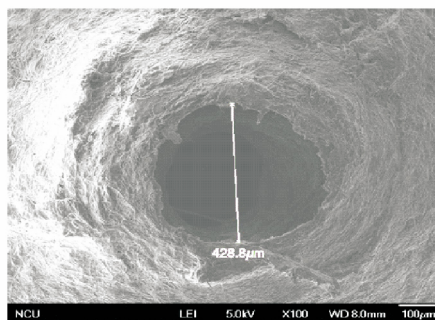


图 5 中蜂雄蜂封盖第 12 天(1 000×)

Fig.5 The 12th cap of *Acc* drone

## 2.2 不同工蜂封盖和雄蜂封盖透气性测定结果

从表 1 可知,通过对中蜂和意蜂工蜂和雄蜂的 4 种封盖透气性比较,只有中蜂的工蜂和雄蜂的封盖透气性存在差异显著,雄蜂的封盖透气性比工蜂的封盖子透气性弱。

表 1 中蜂和意蜂的封盖透气性比较

Tab.1 Comparison of air permeability of pore bewteen *Acc* and *Aml* ( $X \pm SD$   $\mu\text{m}/\text{s}$ )

中蜂 <i>Acc</i>		意蜂 <i>Aml</i>	
工蜂 Worker	雄蜂 Drone	工蜂 Worker	雄蜂 Drone
159.79±2.75 <sup>a</sup>	151.83±1.04 <sup>b</sup>	155.71±2.08 <sup>ab</sup>	157.21±9.67 <sup>ab</sup>

同行数据比较,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 ( $P < 0.05$ )。

Comparing the same line, the same lowercase letter indicates no significant difference ( $P > 0.05$ ), the different lowercase letter indicates significant difference ( $P < 0.05$ ).

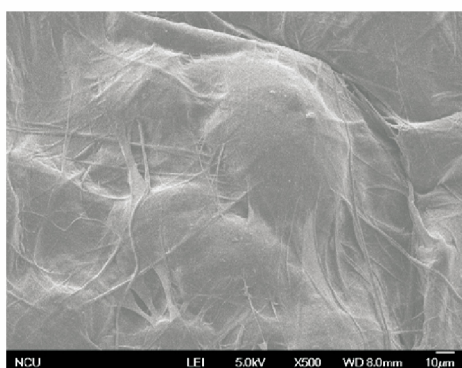


图 6 中蜂工蜂封盖(500×)

Fig.6 The cap of *Acc* worker

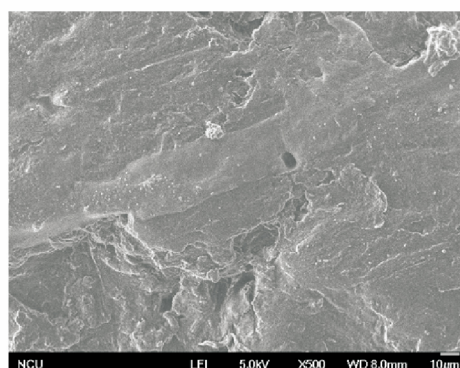


图 7 中蜂雄蜂封盖(500×)

Fig.7 The cap of *Acc* drone

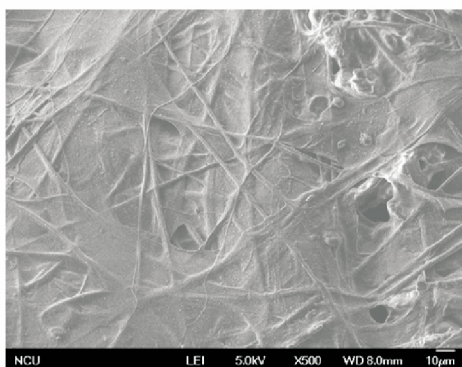


图 8 意蜂工蜂封盖(500×)

Fig.8 The cap of *Aml* worker

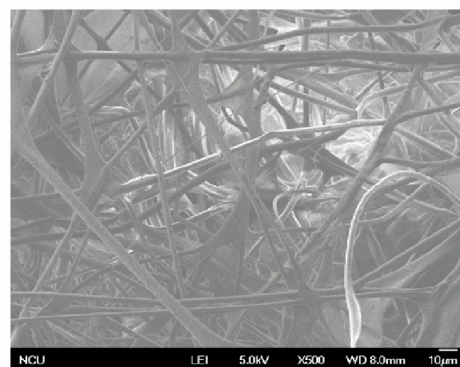


图 9 意蜂雄蜂封盖(500×)

Fig.9 The cap of *Aml* drone

### 2.3 不同工蜂封盖和雄蜂封盖形态结构观察结果

从图 6 至图 7 可见,同在 500 倍扫描电镜下,相对中蜂雄蜂封盖质地紧密结构,中蜂工蜂封盖、意蜂工蜂封盖和意蜂雄蜂封盖结构都更疏松,特别表面都有丝线结构。

### 2.4 人工封盖气孔对中蜂雄蜂发育影响结果

从表 2 可知:3 个实验蜂群雄蜂都是自然状态羽化率高于人工封孔状态,并且自然状态羽化雄蜂的初生体质量和右翅长都显著高于人工封孔状态羽化雄蜂。这说明中蜂雄蜂蛹封盖上的气孔对雄蜂发育有一定影响。

表 2 人工封盖气孔对中蜂雄蜂发育影响( $\bar{X}\pm SD$ )

Tab.2 Influence of artificial capping pore period on development of *Acc* drone

群号 No. of colony	状态 Status	封盖子数/只 Number of brood	羽化数/只 Number of emergence	羽化率/% Rate of emergence	初生体质量/mg Weight of emergence	右翅长/cm Length of right wing	右翅宽/cm Width of right wing	翅钩数/个 Number of hamulus
12	自然有孔	140	131	93.57	116±12 <sup>a</sup>	1.10±0.02 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>a</sup>	19.58±2.43 <sup>a</sup>
	人工封孔	153	125	81.70	108±6 <sup>b</sup>	1.08±0.03 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	18.77±1.89 <sup>a</sup>
35	自然有孔	151	137	90.72	115±7 <sup>a</sup>	1.10±0.02 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>a</sup>	19.54±2.33 <sup>a</sup>
	人工封孔	144	121	84.03	109±4 <sup>b</sup>	1.08±0.03 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	18.40±2.07 <sup>a</sup>
57	自然有孔	155	142	91.61	114±4 <sup>a</sup>	1.10±0.03 <sup>a</sup>	0.48±0.01 <sup>a</sup>	19.91±2.26 <sup>a</sup>
	人工封孔	139	114	82.01	110±4 <sup>b</sup>	1.07±0.04 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	18.50±2.27 <sup>a</sup>

## 3 结论与讨论

本研究表明,中蜂雄蜂封盖第 7 天,已形成气孔结构;中蜂雄蜂封盖质地结构紧密,透气性显著低于中蜂工蜂、意蜂工蜂和雄蜂。中蜂雄蜂封盖气孔对雄蜂发育有一定影响。研究结果丰富了蜜蜂行为生物学理论<sup>[9-11]</sup>。

Hanel 和 Ruttner<sup>[6]</sup> 1985 应用扫描电子显微镜测量东方蜜蜂雄蜂房封盖气孔直径为 0.3 mm,本研究应用扫描电子显微镜测定中蜂雄蜂封盖气孔直径 0.4~0.5 mm。这种差异可能与实验材料使用不同品种东方蜜蜂有关。另外由于雄蜂封盖发育时间长和雄蜂幼虫分泌的信息素,蜂螨更愿意选择在雄蜂幼虫巢房中进行繁殖<sup>[12-13]</sup>。中蜂具有抗螨性,是否与中蜂雄蜂封盖气孔有关,目前还没有报道。大蜂螨(狄斯瓦螨)雌性成虫体长 1.1~1.2 mm,宽 1.6~1.8 mm,雄性成虫体长 0.8~0.9 mm,宽 0.7~0.8 mm;小蜂螨(亮热厉螨)雌性成虫体长约 1.03 mm,宽约 0.56 mm,雄性成虫体长约 0.95 mm,宽约 0.56 mm<sup>[14-15]</sup>。显然大蜂螨和小蜂螨都不可能通过中蜂雄蜂封盖气孔出入雄蜂巢房。

本研究首次应用全自动数字式物透气量仪测定蜂群不同蜜蜂封盖透气性,特别是发现中蜂雄蜂封盖透气性比工蜂封盖透气性差,同时用扫描电镜发现中蜂雄蜂封盖质地紧密结构,从而用科学数据进一步证实了 Rath 提出的东方蜜蜂雄蜂封盖气孔具有通气功能猜想<sup>[7]</sup>,也让大家能更好理解为什么西方蜜蜂雄蜂封盖不需要气孔通气的原因。

本研究人工封盖中蜂雄蜂封盖子气孔后,雄蜂羽化率为 81.70%~84.03%,明显高于 Rath(1992) 实验结果 16.3%<sup>[7]</sup>,原因是 Rath 人工封盖东方蜜蜂雄蜂封盖子气孔时间是雄蜂大幼虫封盖后第 2~3 天,而本实验人工封盖东方蜜蜂雄蜂蛹封盖子气孔外部结构已自然形成,即时间是大幼虫封盖后第 7~12 天,大幼虫已发育成成熟蛹,因此雄蜂羽化率高,但更具体分子机理还有待于进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 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):蜜蜂仿生免移虫蜂王浆生产技术[J].江西农业大学学报,2013,35(5):1036-1040.

- Zhang F ,Wu X B ,Yan W Y ,et al.Research and application of key technique for royal jelly mechanized production( II) [J].Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis 2013 35( 5) : 1036-1040.
- [2] 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 Y H ,Zhou L B ,Pan Q Z ,et al.Effect of different harvesting times on the yield and composition of royal jelly [J].Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis 2015 37( 1) : 120-125.
- [3] 石元元,管翠,曾志将,等.蜜蜂为油菜授粉增产效果及机理研究[J].江西农业大学学报 2009 31( 6) : 994-999.  
Shi Y Y ,Guan C ,Zeng Z J ,et al.Yield-increasing effect and mechanism of honeybee on rapepollination [J].Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis 2009 31( 6) : 994-999.
- [4] 吴杰主编.蜜蜂学[M].北京:中国农业出版社 2012.  
Wu J.Honeybee science [M].Beijing: China Agriculture Press 2012.
- [5] 曾志将.蜜蜂生物学理论中若干问题研究[M].北京:科学出版社 2015.  
Zeng Z J.Study on several theoretical issues of honeybee biology [M].Beijing: Science Press 2015.
- [6] Hanel H ,Ruttner F.The origin of the pore in the drone cell capping of *Apis cerana* Fabr [J].Apidologie ,1985 ,16( 2) : 157-164.
- [7] Rath W.The key to Varroa: the drones of *Apis cerana* and their cell cap [J].American Bee Journal ,1992 ,132( 5) : 329-331.
- [8] Free J B.Pheromones of social bees [M].London: Chapman and Hall ,1987: 36-49.
- [9] Qin Q H ,He X J ,Tian L Q ,et al.Comparison of learning and memory of *Apis cerana* and *Apis mellifera* [J].Journal of Comparative Physiology A 2012 ,198 ( 10) : 777-786.
- [10] He X J ,Tian L Q ,Guan C ,et al.Bhavior and molecular physiology of worker and queen larvae nurses in honey bees ( *Apis mellifera* ) [J].Journal of Asia-Pacific Entomology 2014 ,17( 4) : 911-916.
- [11] Zhang L Z ,Zhang S W ,Yan W Y ,et al.Cross-modal learning between visual and olfactory in *Apis cerana* [J].Journal of Comparative Physiology A 2014 200( 10) : 899-909.
- [12] Edward E.Southwick.Preference of drone brood cells by varroa [J].American Bee Journal ,1992 ,132( 1) : 55.
- [13] Yves L C ,Arnold G ,Trouiller J ,et al.Attraction of the parasitic mite Varroa to the drone larvae of honey bees by simple aliphatic esters [J].Science ,1989 245( 4918) : 638-639.
- [14] 马德风,黄文诚.中国农业百科全书:养蜂卷[M].北京:农业出版社 ,1993.  
Ma D F ,Huang W C.Chinese agricultural encyclopedia: apiculture volume [M].Beijing: Agriculture Press ,1993.
- [15] 周婷.蜜蜂医学概论[M].北京:中国农业出版社 2014.  
Zhou T.Conspectus of honeybee medicine [M].Beijing: China Agriculture Press 2014.