

文章编号: 1000-2286(2007)05-0818-03

# 中华蜜蜂群内工蜂监督研究

谢宪兵<sup>1,2</sup>, 薛运波<sup>3</sup>, 吴小波<sup>1</sup>, 黄康<sup>1</sup>, 曾志将<sup>1\*</sup>

(1.江西农业大学 动物科技学院, 江西 南昌 330045; 2.泉州师范学院, 福建 泉州 362000; 3.吉林省养蜂科学研究所, 吉林 长春 132108)

摘要: 以中华蜜蜂(*Apis cerana cerana*)为实验材料, 对处女蜂王分别进行单雄和双雄人工授精, 并以自然交尾作为多雄交配对照。然后用标准的方法检测各蜂群对蜂王产的未受精卵(QUG)和工蜂产的未受精卵(WUG)的监督效果, 结果表明: 在自然交尾、双雄授精或单雄授精 3 种蜂群中, 都明显存在工蜂监督现象。

关键词: 工蜂监督; 中华蜜蜂; 蜂王; 卵; 人工授精

中图分类号: S893.2 文献标识号: A

## A Study on the Worker Policing in *Apis cerana cerana*

XIE Xian-bing<sup>1,2</sup>, XUE Yun-bo<sup>3</sup>, WU Xiao-bo<sup>1</sup>, HUANG Kang<sup>1</sup>, ZENG Zhi-jiang<sup>1\*</sup>

(1.College of Animal Science and Technology, JAU, Nanchang 330045, China; 2.Quanzhou Normal College, Quanzhou 362000, China; 3.Jilin Apiculture Res. Institute, Changchun 132108, China)

Abstract: In this study, the virgin queens of *Apis cerana cerana* were equipmently inseminated with a single male, 2 males or mated naturally with more than 2 males. The unfertilized eggs laid by queens (QUGs) and workers (WUGs) were policed by the workers in each colony following standard methods. The results showed that: there was worker policing both in naturally mated colonies and in the equipmently inseminated colonies of *Apis cerana cerana*.

Key words: worker policing; *Apis cerana cerana*; queen; egg; equipmently insemination

蜜蜂社会行为学特性一直受到广大生物学家关注, 其原因一方面是人们意识到蜜蜂给农作物授粉的重要性, 另一方面蜜蜂社会行为学研究结果对整个社会生物学及行为生态学领域都有深远影响<sup>[1-3]</sup>。近 20 年来, 蜂群中工蜂辨认与监督一直是蜜蜂社会行为特性研究的热门课题之一。工蜂辨认与监督是指工蜂通过某种行为或机制来限制其它工蜂产卵。大量研究表明: 西方蜜蜂 (*Apis mellifera*)、小蜜蜂 (*Apis florea*)、黄蜂 (*Vespa vulgaris*) 都存在工蜂辨认与监督现象<sup>[4-6]</sup>。工蜂之间相互监督, 不让其它工蜂产卵。这种工蜂产卵相互监督, 降低了蜂群中工蜂“个体生殖”。工蜂产卵相互监督也是蜂群克服个体自私主义的最好例子<sup>[9-12]</sup>。

中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana*, 简称中蜂) 是我国宝贵的蜂种资源。近几十年来, 我国有不少学者对中华蜜蜂生物学行为进行了卓有成效的研究<sup>[13-15]</sup>, 但至今还未见中蜂蜂群中工蜂监督研究报道。基于以上原因, 本文研究了中华蜜蜂群内工蜂监督问题, 现总结报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验蜂群

实验蜂群是由江西农业大学蜜蜂研究所购自 3 个相隔较远的江西省山区蜂场 (靖安、上饶和遂川) 的中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana*, 简称中蜂)。

收稿日期: 2007-04-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30560114) 和泉州师范学院资助项目 (2007KJ0040)

作者简介: 谢宪兵 (1980-), 男, 博士生, 主要从事蜜蜂研究工作, xbxbees@163.com; \*通讯作者: E-mail: bees1965@sinacom.

## 1.2 蜂王的授精

考虑到亲缘关系在实验中的影响, 方案采用来自靖安的中蜂作为母本, 分别以上饶的雄蜂作为父本来进行单雄人工授精; 以上饶加遂川的雄蜂作为父本进行双雄人工授精; 由于自然交尾的蜂王一般可以跟 5~17 只雄蜂进行<sup>[16]</sup>, 所以多雄授精的实验蜂王采用自然交尾。处女蜂王的培育和蜂王的人工授精方法参照文献[17]。

## 1.3 受精卵和未受精卵的准备

待人工授精和自然交尾的蜂王都成功繁殖了 2~3 批子代时, 分别从蜂群中抽出 2~3 张巢脾(其中要有 1 张子脾)组成相应的无王群, 及时消除急造王台, 供工蜂产未受精卵(WUG)使用。而原群则用来供蜂王产受精卵(QFG)和未受精卵(QUG)以及工蜂监督效果研究使用。

往组织好了的实验有王蜂群中加入 1 张经工蜂清理过的含有一半以上雄蜂巢房的空巢脾(用框式隔板限制蜂王在上面产卵), 同时在对应的无王群中加入 1 张清理的空工蜂巢脾, 每隔 4 h 观察新加入巢脾的巢房中是否有卵。

## 1.4 蜂卵的转移和监督

当新加入的巢脾中有卵时(每种蜂卵至少要有 50 个), 根据标准方法<sup>[2]</sup>用改良的镊子在解剖镜下把蜂王产的受精卵(QFG)、未受精卵(QUG)和工蜂产的未受精卵(WUG)快速从以上有王群和无王群中分别移到 1 张经清理的既有工蜂巢房, 又有雄蜂巢房的巢脾中(QFG 移入工蜂巢房、QUG 和 WUG 移入雄蜂巢房), 成排摆列, 每排 30 个, 作好标记。然后把移好卵的巢脾放入相应的监督群中央位置, 0.5, 1, 2, 3, 4, 12, 24, 48, 72 h 后定期检查巢房中实验蜂卵剩余的数量。每群监督蜂群连续实验 3 次, 并且在早春繁殖、夏季分蜂和秋季繁殖 3 个不同季度中重复。根据以上结果, 计算卵的剩余率。

## 1.5 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, 各处理平均数间用 Fisher's PLSD 进行差异显著性比较, 并用“Interaction Line Chart”对不同时间点的监督效果作图。

# 2 结 果

从表1可知: 人工移卵 72 h 后, 自然交尾群、双雄授精群和单雄授精群 3 种蜂王所产的受精卵(QFG), 的剩余率都差异不显著(MD=5.19, df=2, P=0.789), 这说明人工移的卵能正常发育; 对蜂王所产的未受精卵(QUG)来说, 自然交尾群、双雄授精群和单雄授精群也是差异不显著(MD=6.35, df=2, P=0.609); 对工蜂产的未受精卵(WUG)来说, 在自然交尾群和双雄授精群之间(MD=21.67, df=1, P<0.01)以及自然交尾群和单雄人工授精群之间(MD=26.37, df=1, P<0.01)都存在极显著的差异。在自然交尾、双雄授精或单雄授精 3 种蜂群中, 都是 QUG 的剩余率显著高于 WUG, 这说明这 3 种蜂群中都明显存在工蜂监督现象。

由图 1、图 2 和图 3 可知, 在自然交尾、双雄授精或单雄授精 3 种蜂群中, QFU、QUG 和 WUG 3 种卵主要是在 4 h 内被清理, 并且 WUG 明显要比 QFU 和 QUG 清理得多。

表 1 3 种蜂卵在蜂群中 72 h 后的剩余率

Tab.1 The rate of remaining(%) after 72 h since introduction of QFG, QUG and WUG /%

蜂群	实验蜂群数	实验重复数	剩余百分率 (mean ± SD)		
			QFG	QUG	WUG
自然交尾蜂群	3	27	79.15 ± 3.16 <sup>a</sup>	70.03 ± 2.56 <sup>a</sup>	0.67 ± 0.23 <sup>b</sup>
双雄授精蜂群	2	18	80.89 ± 2.62 <sup>a</sup>	75.76 ± 3.68 <sup>a</sup>	3.98 ± 2.94 <sup>c</sup>
单雄授精蜂群	2	18	78.63 ± 6.59 <sup>a</sup>	74.12 ± 4.92 <sup>a</sup>	4.44 ± 1.97 <sup>c</sup>

注: 表中有相同字母表示差异不显著(P>0.05), 不同字母表示差异显著(P<0.05)。各重复实验之间没有差异(P<0.05)。

# 3 讨 论

从理论看, 若蜂王是与单只雄蜂交配, 工蜂与其外甥(其它工蜂之子)的亲缘关系指数(r=0.375)仍然要

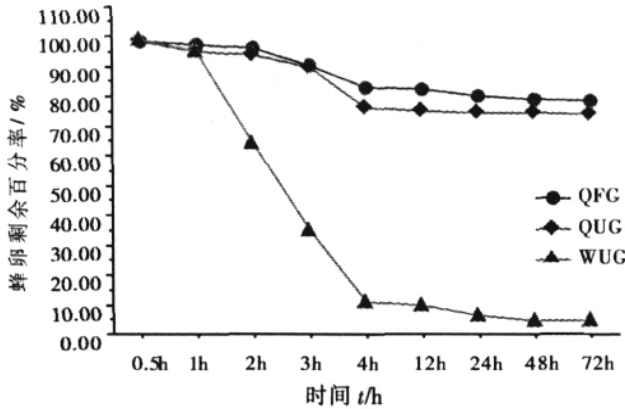


图 1 单雄授精群中蜂卵剩余数量 (%)

Fig.1 The remaining rate of eggs in the colonies which the queens were equiptly inseminated with 1 drone

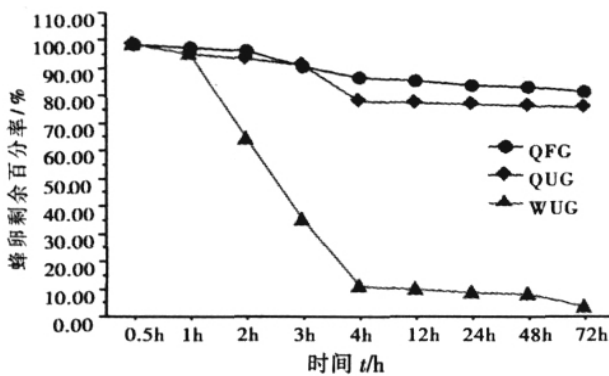


图 2 双雄授精群中蜂卵剩余数量 (%)

Fig.2 The remaining rate of eggs in the colonies which the queens were equiptly inseminated with 2 drones

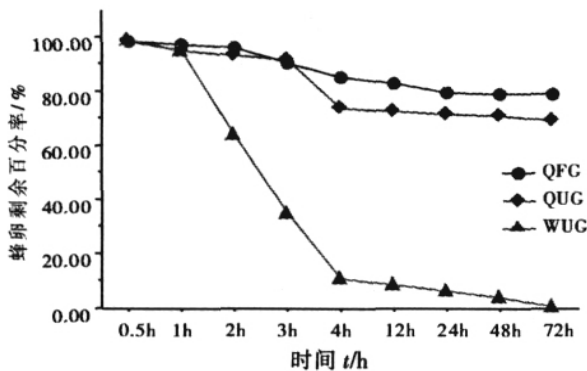


图 3 多雄授精群中蜂卵剩余数量

Fig.3 The remaining rate of eggs in the colonies which the queens were naturally mated with more than 3 drones

比工蜂与蜂王的儿子(工蜂的兄弟——雄蜂)亲缘关系指数( $r=0.25$ )更高;若蜂王是与 2 只雄蜂交配,工蜂与其外甥(其它工蜂之子)的亲缘关系指数( $r=0.25$ )和工蜂与蜂王的儿子(工蜂的兄弟——雄蜂)亲缘关系指数( $r=0.25$ )相等;若蜂王是与 3 只以上雄蜂交配,工蜂与其外甥(其它工蜂之子)的亲缘关系指数( $r=0.125+0.25/N$ )要比工蜂与蜂王的儿子(工蜂的兄弟——雄蜂)亲缘关系指数( $r=0.25$ )更低<sup>[1]</sup>。

根据以上理论推断,若蜂王是多雄授精,那么蜂群中的雄蜂应该是由蜂王产的未受精卵(QUG)发育而成的;若蜂王是双雄授精,那么蜂群中的雄蜂应该是由蜂王产的未受精卵(QUG)和工蜂产的未受精卵(WUG)各占 50%发育而成;如果蜂王是单雄授精,则蜂群中的雄蜂应该全部是工蜂产的未受精卵(WUG)发育而成的。

在本实验的自然交尾蜂群中,在 72 h 后,大部分蜂王产的未受精卵(QUG)还是保留在原来巢房中,而工蜂产的未受精卵却几乎被清理,基本符合以上理论推导结果;但在双雄授精和单雄授精二种蜂群中,虽然有少量工蜂产的未受精卵(WUG)存在,但还是以蜂王产的未受精卵(QUG)为主,不符合以上理论推导结果。

为什么蜂群中普遍存在工蜂监督现象?如果从蜂群的整体利益和高度有效性以及性比原则来考虑,首先,产卵工蜂一般不参加或极少参加社会工作<sup>[20]</sup>,这样对蜂群的整体利益是非常不利;其次,将工蜂产的未受精卵培育成雄蜂所花费的精力远远大于直接将它们清除;另外,如果将工蜂产的未受精卵全部培育成雄蜂,那么蜂群中的雄性公民至少占有 50%,这似乎跟蜜蜂群中的性比理论相违背<sup>[21]</sup>。所以即使是蜂王单雄授精

群,它们为了不至于在短期内就灭亡,因此不会有大批量的工蜂繁殖雄蜂现象出现。

参考文献:

[1] 黄智勇.蜜蜂生态学进展[C]//刘建国主编.当代生态学博论[M].北京:中国科学技术出版社,1992:198~205.  
 [2] 曾志将主编.养蜂学[M].北京:中国农业出版社,2003:55~60.  
 [3] 陈盛禄,苏松坤.西方蜜蜂不同蜂种及其杂交组合采粉力研究[J].江西农业大学学报,2003,25(2):304~307.  
 [4] Ratnieks F L W, Kvesscher P. Worker policing in the honeybee[J]. Nature,1989,342:796~797.  
 [5] Ratnieks F L W. Egg-laying, egg-removal, and ovary development by workers in queenright honey bee colonies[J]. Behav Ecol Sociobiol, 1993, 132:191~198.

(下转第 826 页)

参考文献:

[1] 马美湖.我国蛋品工业科技成就、差距及发展前景的探讨[C]. 第五届全国蛋品科技大会论文集, 2002: 13- 22.

[2] 迟玉杰. 鸡蛋深加工系列产品综合开发技术概况[J]. 中国家禽, 2004, 26(23):6- 9.

[3] 王春丽, 唐汉钧. 蛋黄油医用价值研究近况[J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(6):100- 102.

[4] 蔡秋声. 蛋黄磷脂[J]. 粮食与油脂, 1999(3):12- 15.

[5] 郁军, 裘爱泳, 刘元法. 磷脂研究进展[J]. 西部粮油科技, 2000, 25(1):26- 29.

[6] Riichiro Obha, Shuzi Ide, A kiko Yoshida, et al. Effects of mixed enzyme preparations on the solubilization of proteins for separating egg yolk oil from a fresh yolk suspension[J]. Biosci Biotech Biochem, 1995, 59(5):949- 951.

[7] Riichiro Obha, Yoichi Nakashima, Seinosuke Ueda. Separation and formation of egg yolk oil by solubilizing the lipoproteins of spray-dried egg yolk into polypeptides[J]. Biosci Biotech Biochem, 1994, 58(12):2 159- 2 163.

[8] 王辉, 许学勤, 陈洁. 酶法提取蛋黄油的工艺[J]. 无锡轻工业大学学报, 2003, 22(1):102- 107.

[9] Katsuya Koga, Takao Fukunaga. Manufacturing of egg yolk oil from egg yolk with acid protease preparations[J]. Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi, 1994(47):49- 54.

[10] Xue Zhaohui, Wu Moucheng, Yin Jingzhang. Technological optimization for hydrolysis of rapeseed albumin with alcalase[J]. Transactions of the Chinese Society of Agriculture Engineering, 2003, 19(5):176- 181.

[11] Riichiro Ohba, Yoichi Nakashima, Seinosuke Ueda. Solubilization of proteins for clarification of egg yolk powder suspensions and separation of lipids using enzymes[J]. Biosci, Biotech, Biochem, 1994, 78(2):197- 199.

[12] 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998:72- 74, 147- 148.

[13] 北京师范大学生物系生物化学教研室. 基础生物化学试验[M]. 北京: 人民教育出版社, 1982:142.

[14] 王璋, 许时婴, 江波, 等. 食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.

=====  
(上接第 820 页)

[6] Christian W W Pirk, Peter Neumann, Randall Hepburn, et al. Egg viability and worker policing in honey bees[J]. The National Academy of Sciences of the USA, 2004, 101(23):8 649- 8 651.

[7] Kevin R Foster, Francis L W, Ratnieks. Convergent evolution of worker policing by egg eating in the honeybee and common wasp[J]. The Royal Society, 2001, 268:169- 174.

[8] Foster K R, Ratnieks F L W. Facultative worker policing in a wasp[J]. Nature, 2000, 407:692- 693.

[9] Ridley M. The origins of virtue: Human instincts and the evolution of cooperation[M]. New York: Viking, 1997.

[10] Halling L A, Oldroyd B P. Worker policing in the bee *Apis florea*[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 2001, 49: 509- 513.

[11] Oldroyd B P, Halling L A, Good G, et al. Worker policing and worker reproduction in *Apis cerana*[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 2001, 50: 371- 377.

[12] Foster, K R, Ratnieks F L, Gyllenstrand W N, et al. Colony kin structure and male production in *Dolichovespula* wasps[J]. Molecular Ecology, 2001, 10:1 003- 1 010.

[13] 周冰峰, 姜文娟, 张良才. 中华蜜蜂个体采蜜能力的研究[J]. 中国养蜂, 1991(4):3- 6.

[14] 欧阳燕, 吴黎明, 金锋, 等. 蜂王一雌多雄交配对蜜蜂群体行为影响的研究[J]. 科学通报, 1997, 42(17): 1 881- 1 883.

[15] 郭冬生, 李琳, 李洪群, 等. 蜂群内温度的变化及调节研究[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(6):902- 904.

[16] Pirk W C W, Neumann P, Ratnieks F L W. Cape honeybees, *Apis mellifera capensis*, police worker-laid eggs despite the absence of relatedness benefits[J]. Behav Ecol, 2003, 14: 347- 352.

[17] 曾志将, 谢宪兵, 薛运波, 等. 中蜂与意蜂营养杂交对工蜂形态指标的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(3):454- 457.

[18] Ratnieks F L W, Kvesscher P. Worker policing in the honeybee[J]. Nature, 1989, 342: 796- 797.

[19] Oldroyd B P, Ratnieks F L W. Anarchistic honey bee workers evade worker policing by laying eggs that have low removal rates[J]. Behav Ecol Sociobiol, 2000, 47:268- 273.

[20] Hartmann A, Heinze J. Lay eggs, live longer: division of labor and life span in a clonal ant species[J]. Evolution, 2003, 57:2 424- 2 429.

[21] Page R E, Metcalf R A A. Population investment sex ratio for the honey bee (*Apis mellifera* L.) [J]. Am Nat 1984, 124: 680- 702.