

## 東方蜜蜂 *Apis cerana* 化學生態之研究

匡邦郁 匡海鷗 劉意秋

（雲南農業大學東方蜜蜂研究，昆明，650201）

### 摘要

東方蜜蜂 *Apis cerana*，又稱中蜂，是中國自古以來飼養的土著蜂種。東方蜜蜂營社會性生活，由蜂王、工蜂和雄蜂三型蜂組成的完整有機群體，依靠各組成成員分泌的資訊素進行資訊傳遞，維持群體的正常生活秩序，其中蜂王上顎腺分泌的蜂王資訊素作用最為重要。

雲南大學合成化學研究所利用雲南的天然植物資源，人工合成了蜂王資訊素的五種成分。模擬蜂王，研究其對東方蜜蜂的群味，聚集作用、消除失王情緒，抑制工蜂產卵，以及抑制建造急造王台等行為的作用，均十分明顯。

利用人工合成的蜂王資訊素，製備“人工蜂王”，在採蜜期，代替產卵蜂王，實驗成果可以使西方蜜蜂 *Apis mellifera* 產

蜜量增加 21.7%，東方蜜蜂產蜜量增加 17.7%。這一研究成果，對解決東方蜜蜂分蜂性強、群勢小、產蜜量低的弱點，提高其生產性能，有其重要實驗意義，同時也豐富了蜜蜂化學生態學的理论。

關鍵詞：蜂王資訊素 東方蜜蜂 化學生態學

## 1、前言

隨著現代科學的發展，自然科學各學科之間相互滲透，化學生態學就是化學向生態學滲透形成的生態學的一個新領域，試圖借助現代化學方法和技術來闡明一些生態學規律及其機制。國際化學生態學會認為，化學生態學研究就是對自然界產生的有機和無機化合物的起源、功能和意義及其作為物質媒介所引導的相互作用的生態學理解，或者說是，它著重于研究生物之間化學聯繫，包括物流和化學資訊流。因生態系統中生物之間，生物和環境之間通過複雜的相互作用聯繫成為整體，

這些作用既有物理性的，但大部分以化學物質為媒介，這類物質稱為生態化學物。

有關昆蟲的化學生態學研究，近年來發展很快，但以害蟲的化學生態學研究占絕對優勢。蜜蜂作為膜翅目的社會性昆蟲，對人類的經濟價值很大，尤其是對現代持續發展農業的作用日漸增大，又由於蜜蜂是社會性昆蟲，其群體各型成員之間的相互資訊傳遞、群體的繁殖以及與生產的關係，極為複雜，研究蜜蜂化學生態學問題，不僅可以豐富化學生態學的理论，也有其重要的實踐意義。

國外對西方蜜蜂 *Apis mellifera* 的化學生態學研究已經有不少報道，但對分佈于亞洲南部的東方蜜蜂 *Apis cerana* 的化學生態學研究則尚屬空白，而東方蜜蜂是我國自古以來飼養的主要土著蜂種，具有與西方蜜蜂 *Apis mellifera* 的不同的生物學特性，研究其化學生態學問題，必將對東方蜜蜂的生產產生巨大的變革作用。

## 2、人工合成蜂王資訊素對東方蜜蜂行為的作用

本研究選擇群勢基本相同的東方蜜蜂的蜂群，組成實驗群和對照群，觀測實驗群加入合成蜂王資訊素製造的“假蜂王”後，東方蜜蜂產生的行為反應，並以正常情況下的行為反應作對照。

每次用含有 9-氧代-2E-癸烯酸 ( I )，R-(-)及 S-(+)-9-羥基-2E-癸烯酸(II. III)，對羥基甲酯 ( IV ) 和 4-羥基-3-甲氧基苯乙醇 ( V ) 等 5 種成分合成的合成蜂王資訊素乙醚溶液 1 毫升 ( 內含 20 微克合成蜂王資訊素 ) 加入濾紙片，或吸水木片，或香煙過濾嘴 ( 醋酸纖維 ) 上，製成假蜂王，待乙醚揮發後，再加入蜂群內，觀察東方蜜蜂的行為反應，結果如下：

### 2.1 群味作用：

在不同地點，不同時間，不同蜂群加“假蜂王”于有王的蜂群內，或剛提出蜂王的工蜂團內，約 3 分鐘後，可見到蜂群內或一蜂團內出現工蜂之間相互撕咬在一起，並伴隨有圍王現

象，並把“假蜂王”的載體咬壞。

如將“假蜂王”加入已失王 24 小時的蜂群內，無論東方蜜蜂或西方蜜蜂均無上述情況發生，而出現明顯的工蜂對假蜂王的“待從現象”。

“假蜂王”剛加入處女王群後，也會出現部分咬殺現象，載體部分被損壞，但此現象很快就消失了。

群味是一個蜂群區別於其他蜂群的獨特氣味，也是蜂群之間存在群界的標誌，其主要成分由蜂王資訊素和其他資訊素組成。“假蜂王”所散發出的氣味與天然群味顯然不完全相同，加入蜂群後，通過工蜂傳遞，一部分工蜂的氣味與原群工蜂的群味不完全相同，而被誤認為其他群工蜂侵入，而出現相互撕咬和圍王現象。

“假蜂王”加入失王群，因原群已失王，原蜂王產生的群味消失，所以工蜂對“假蜂王”加以待從，不出現咬殺現象。

“假蜂王”加入處女王群，因處女王尚未交配，分泌的資訊素

不多，只出現部分咬殺現象，但很快就消失，而出現侍從現象。

## 2.2 聚集行爲

實驗期間，選擇16號蜂群，加入合成的含有5種成分的蜂王資訊素；2號群加入合成的只含其中3種成分的蜂王資訊素；另選5號群什麼也未加作為對照。三群蜂都事先提出蜂王，處於失王狀態。15分鐘後，打開箱蓋，可明顯看出，16號和2號群內工蜂都聚集在加入的合成蜂王資訊素製成的“假蜂王”周圍，並發臭招引其他工蜂，但2號群沒有16號群明顯，對照5號群內工蜂毫無反應。

上述實驗證明，東方蜜蜂蜂王分泌的蜂王資訊素，對工蜂有強的招引作用，合成的蜂王資訊素可以有相同的作用。與此同時，用相同的方法，進行西方蜜蜂 *Apis mellifera* 實驗，西方蜜蜂的效果更為明顯，合成蜂王資訊素放入失王群，約5分鐘便出現明顯的聚集現象，工蜂發臭很明顯。這為收集車站散蜂和籠蜂的運輸提供了更好的方法。

### 2.3 對失王群的作用

東方蜜蜂失王 24 小時後，蜂群內的工蜂出現“失王情緒”，採集行為減少，巢門前有大量工蜂發臭，巢脾上工蜂四處亂爬，蜂群混亂。試驗時，選兩群群勢基本一致的東方蜜蜂，同時提出蜂王，失王 24 小時出現明顯的“失王情緒”，其中 1 群加入合成蜂王資訊素製造的假蜂王，加入後約 5 分鐘便出現對“假蜂王”的待從現象，10 分鐘後，群內“失王情緒”消失，採集活動恢復正常。而對照組的“失王情緒”一直延續到出現急造王台為止。

### 2.4 抑制建造急造王台作用

東方蜜蜂失王 48 小時，如果巢內有卵或小幼蟲，工蜂將卵或小幼蟲房擴大，改造為王台，同時喂給台內幼蟲蜂王漿。試驗過程中，失王群內加入人工合成蜂王資訊素製造的“假蜂王”後，一直未出現“急造王台”，試驗證明，合成蜂王資訊素可以抑制“急造王台”的產生。

## 2.5 抑制工蜂產卵作用

東方蜜蜂失王后，如果群內無卵或小幼蟲無法建造“急造王台”，部分哺育齡工蜂，卵巢開始發育，開始出現工蜂產未受精卵，所產卵十分不整齊，且一房多卵，多數不能孵化，能孵化的卵，只能發育為體型小，生活能力弱的雄蜂。實驗過程中，在東方蜜蜂失王群中加入合成蜂王資訊素後，已出現工蜂產卵的蜂群內，工蜂產卵現象消失。未出現工蜂產卵之前加入合成蜂王資訊素，一直未出現工蜂產卵。本試驗中的4個實驗群，除對照群出現“急造王台”和工蜂產卵外，其餘3群延續至42~63天，直到群內工蜂全部死亡，都未出現工蜂產卵現象。

綜上所述，人工合成蜂王資訊素對東方蜜蜂的群味、聚集、消除失王情緒、抑制建造“急造王台”和工蜂產卵的作用都十分明顯。為進一步利用合成蜂王資訊素於養蜂生產，提高東方蜜蜂的生產能力，提供了科學依據，也是東方蜜蜂化學生

態學研究的重要組成部分。

### 3、合成蜂王資訊素對產蜜量的影響研究

在研究合成蜂王資訊素對東方蜜蜂行為的作用基礎上，課題於1997年6月11日至26日在滇東北金沙江河谷的烏柏花期，研究了合成蜂王資訊素對東方蜜蜂 *Apis cerana* 和西方蜜蜂 *Apis mellifera* 的產蜜量的影響。

選擇群勢基本相同的東方蜜蜂(8脾足蜂)和西方蜜蜂(10脾足蜂)各16群，按失王群、處女群、有王群分別編為實驗組，每組4群，分別加入用醋酸纖維為載體加入合成蜂王資訊素製成“假蜂王”，對照組為有王群不加入“假蜂王”共4群，試驗期共取蜜3次，分別秤其蜂蜜重量，求出每組平均產蜜量和平均群產蜜量，再進行分析研究。結果如下：

3.1 東方蜜蜂的失王群、處女王群、產卵王群加入“假蜂王”後，產蜜量逐漸增加，其中以失王群最為明顯。失王群比對照組增加17.8%，比處女王群增加13.5%，比產卵王群增加

16.3%，以平均群產蜜量計算，加入“假蜂王”的失王群比對照組增加 17.7%，比處女王群增中 7%，比產卵王群增加 19.2%。

3.2 西方蜜蜂的失王群、處女王群、產卵王群，加入“假蜂王後”，產蜜量都有不同程度的增加，仍以失王群最明顯，失王群的產蜜量比對照組增加 21.7%，比處女王王群增加 16.3%，比產卵王群增加 11.1%，以平均群產蜜量計算，失王群加入“假蜂王”後，比產卵王群增加 12.7%。從每次取蜜量看，勿論是東方蜜蜂或是西方蜜蜂，隨著取蜜次數的推延，產蜜總量和平均群產蜜量是遞增趨勢。

表 1 東方蜜蜂實驗組與對照組產蜜量比較 單位：千克

編 組	第一次 6月14日	第二次 6月18日	第三次 6月23日	總產蜜量
CA 失王群	10.4	12.0	14.0	37.1
CB 處女王群	9.8	10.7	12.2	32.7
CC 有王群	9.4	10.1	12.4	31.9
CD 對照群	10.2	11.1	10.2	31.5

表 2 東方蜜蜂實驗組與對照組平均群產蜜量比較 單位：千克

編 組	第一次 6月14日	第二次 6月18日	第三次 6月23日	總產蜜量
CA 失王群	2.6	3.0	3.7	9.3
CB 處女王群	2.5	2.7	3.5	8.7
CC 有王群	2.4	2.5	3.1	7.8
CD 對照群	2.6	2.8	2.6	7.9

表 3 西方蜜蜂實驗組與對照組產蜜量比較 單位：千克

編 組	第一次 6月14日	第二次 6月18日	第三次 6月23日	總產蜜量
MA 失王群	14.4	15.7	19.5	50.00
MB 處女王群	14.9	14.0	14.1	43.00
MC 有王群	14.3	14.8	14.9	44.10
MD 對照群	13.5	14.0	13.8	41.10

表 4 西方蜜蜂實驗組與對照組平均群產蜜量比較 單位：千克

編 組	第一次 6月14日	第二次 6月18日	第三次 6月23日	總產蜜量
MA 失王群	3.6	3.9	4.9	12.4
MB 處女王群	3.7	3.5	3.6	11.3
MC 有王群	3.6	3.7	3.8	11.0
MD 對照群	3.4	3.5	3.5	10.2

#### 4、結果分析與討論

4.1 失王群加入帶有合成蜂王資訊素的“假蜂王”後，能使整個蜂群維持正常的生活秩序和採集活動，群內無產卵蜂王，巢內無卵和幼蟲，減輕了工蜂哺育幼蟲的工作量，多數工蜂外出採集，同時也避免了蜂王產卵貯蜜爭巢房的矛盾，所以產蜜量明顯增加。

4.2 處女群加入“假蜂王”後，群內蜂王資訊素濃度增加，處女王的交配，產卵有一定時間過程，在一段時間內減輕了工蜂哺育工作量，故產蜜量有一定增加。

4.3 產卵王群加入“假蜂王”後，工蜂誤認為另一隻蜂王侵入，出現撕咬現象，約1小時後，逐漸適應，由於蜂王資訊素濃度增加，可以控制分蜂熱，維持正常採集活動，產蜜量也有一定程度增加。

4.4 對照組是未加入合成蜂王資訊素的產卵王群，蜂王不斷產卵，工蜂哺育工作重，並出現蜂王產卵與貯蜜爭巢房的矛

盾，隨著大量幼蜂出房，雄蜂增加，不僅耗蜜量大，而且還出現分蜂情緒，所以產蜜量相對較低。

4.5 隨著時間的推移，蜂群內幼蜂逐漸出房，工蜂哺育工作量逐漸減少，投入採集活動的工蜂增多，所以產蜜量出現遞增現象。

4.6 實驗中發現，合成蜂王資訊素對西方蜜蜂的作用比東方蜜蜂明顯，說明西方蜜蜂與東方蜜蜂蜂王所分泌的資訊素的主要成分基本一致，但也有一定差異，尚待進一步研究。

經過三年的試驗研究證明，用人工合成的蜂王資訊素驗證了由蜂王上顎腺分泌的資訊素對整個蜂群的作用，具有聚集作用，抑制建造急造王台和工蜂的產卵作用，能維持蜂群正常生活秩序和刺激工蜂採集活動，豐富了蜜蜂化學生態學理論。

在實踐上，東方蜜蜂是中國自古以來飼養的土著蜂種，全世界約有 400 萬群，分為 11 個亞種，我國有 250 萬群，可分為 5 個亞種，雲南是東方蜜蜂最為集中分佈區，約 90 萬

群，在三個亞種。東方蜜蜂適應性強，能利用零星蜜源，節制生育、節約飼料、造脾能力強， $10^{\circ}\text{C}$ 便能外出採集（西蜂需 $13^{\circ}\text{C}$ 才能外出採集），每天比西蜂多工作3—5小時，可以定地飼養，因此，東方蜜蜂是經過長期的自然選擇而形成的適宜我國南方山區飼養的優良蜂種。但是，由於東方蜜蜂爲了適應其種延續和生存，而存在自然分蜂（群體繁殖）性強，不能維持強群，容易產生工蜂產卵和急造王台等生物學特性，所以產蜜量相對比西方蜜蜂低的弱點，長期以來，養蜂家們爲了提高東方蜜蜂的生產性能力不懈努力，但多從遺傳育種和飼養管理等方面工作較多，成效不太顯著。通過其化學生態學研究，運用合成蜂王資訊素在其生產期，抑制工蜂卵巢發育，抑制造王台，抑制分蜂，維持強群；在采蜜期利用合成蜂王資訊素製造“假蜂王”代替產卵蜂王，可以有效地維持正常採集活動，減少工蜂哺育幼蟲工作量，可明顯提高其產蜜量。探索出了提高東方蜜蜂生產能力，增加經濟效益的科學方法，與此同時，

實驗證明，合成蜂王資訊素對西方蜜蜂作用也十分明顯，可用於采蜜期控制分蜂熱，提高產蜜量，實行多箱體養蜂和籠蜂的生產與運輸，火車站散蜂的收集。相信這一科研成果的推廣運用，將使我國養蜂生產產生重大變革，有其重要實踐意義。

參考文獻：

1. 劉建國主編 當代生態學博論 北京 中國科技出版社  
187—206 頁
2. 匡海鷗等 合成蜂王資訊對東方蜜蜂的作用研究初報 北京《中國養蜂》 1993 年 5 期 14 頁
3. 匡海鷗 合成蜂王資訊素對東方蜜蜂行為作用研究《中國養蜂》 1998 年第三期 8—9 頁
4. 匡海鷗等 合成蜂王資訊素對兩種蜜蜂產蜜量影響的研究《雲南農業大學學報》 1998 年 3 期 315—318 頁
5. 匡邦郁等 應用合成蜂王資訊素的蜂群飼養管理方案

《蜜蜂雜誌》 1998年3期3—4頁

6. 李亞輝 試論蜜蜂化學生態學問題《蜜蜂雜誌》1995年3-5期連載
7. 黃文誠 蜂王上顎腺資訊素及期利用 《蜜蜂雜誌》 1996年9期5—16頁
8. 段乘伍 外激素是蜂群行爲的化學信使 《蜜蜂雜誌》 1998年1—3期連載
9. 林軍、劉複初 蜂五物質9—氧代—2E—癸烯酸的合成  
《中國化學會第6屆有機合成化學學術講座會論文集》  
1995年10月,98頁

作者簡歷： 匡邦鬱 男 1939年出生，重慶直轄市涪陵縣人，1960年畢業于雲南大學生物系動物學專業，先後在中國科學院昆明動物研究所、雲南省農業科學院蜜蜂研究所從事科學研究工作，現任雲南農業大學東方蜜蜂研究所教授，亞洲養蜂協會（AAA）蜜蜂生物學委員會主席，中國養蜂學會副理事長兼蜜蜂生物學委員會主任，全國中蜂協會會長、中國蜜蜂文化研究會會長、雲南省養蜂學會理事長。擔任雲南農業大學蜂學系的《蜜蜂生物學》和《蜜蜂生態學》教學及碩士生導師。主編或參編出版《雲南蜜源植物》等專著24部，發表《蜜蜂族 *Apisini* 的研究》等論文120餘篇。完成《雲南蜜源植物研究》、《中國蜜蜂資源研究》、《中蜂活框飼養技術研究》、《東方蜜蜂化學生態學研究》等12項研究課題，取得了一批成果，提出蜜蜂起源於中國的新理論。確立了中國有6種蜜蜂：*Apis dorsata*；*Apis laboriosa*；*Apis florea*；*Apis andreniformis*；*Apis cerana*；*Apis mellifera*（從國外引入）。