

## 一种合成蜂王物质的简便方法

李全<sup>1</sup>, 杨晓梅<sup>2</sup>, 程晓红<sup>1</sup>, 赵元鸿<sup>1</sup>

(1. 云南大学 化学科学与工程学院, 教育部自然资源药化学重点实验室, 云南 昆明 650091;

2. 云南中医学院 中药学院, 云南 昆明 650200)

摘要: 报道了从 1,6-己二醇出发, 经单溴代、二氢吡喃保护羟基、格氏试剂与乙醛反应、去保护、PCC 氧化、与丙二酸发生 Knoevenagel 反应合成蜂王物质(反-9-氧代-2-癸烯酸), 总收率 25.55%.

关键词: 1,6-己二醇; 蜂王物质; 合成

中图分类号: O 621.3 文献标识码: A 文章编号: 0258-7971(2008)06-0611-03

蜂王物质是蜂王的上颚腺分泌的影响工蜂活动的最主要的物质<sup>[1]</sup>, 其活性在文献[2]中有详细介绍, 其结构为反-9-氧代-2-癸烯酸, 由于它具有的这些生理活性, 比如刺激蜂群外出采集的积极性、抑制育王、减少分蜂等作用, 能提高蜂产品产

量、植物授粉效率, 但天然来源极少, 因此对它的合成引起了人们极大的兴趣. 自 1960 年 Barbier 等首次合成蜂王物质<sup>[3]</sup>后, 已有很多关于它的合成研究<sup>[3-7]</sup>及合成综述<sup>[8]</sup>, 本文用一简便易行的方法合成了蜂王物质, 合成路线如图 1.

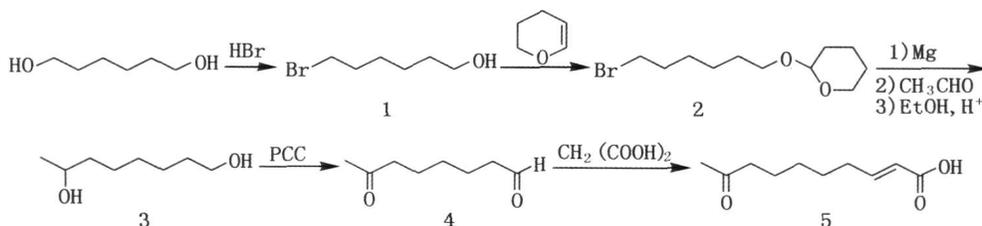


图 1 合成蜂王物质路线

Fig. 1 The route to synthesis Queen substance

## 1 实验

## 1.1 仪器与试剂

仪器: AV. drx500 型核磁共振仪( $\text{CDCl}_3$ ); Finnigan Trace 2000 气质联用仪, EI 电离, XLC-1 型显微熔点测定仪(温度计未较正).

试剂: 三氧化铬吡啶盐酸盐(缩写为 PCC) 参照文献[9, 10]制备, 1,6-己二醇、石油醚、二氢吡

喃、对甲苯磺酸为工业原料, 其余均为化学纯或分析纯试剂.

1.2 6-溴己醇(1)的合成 在装有回流冷凝管的 2000 mL 烧瓶中加入 47.20 g (0.40 mol) 1,6-己二醇、52 mL (0.43 mol) 46% 的氢溴酸、1000 mL 甲苯, 回流 4 h 后开始分水, 反应瓶中水完全分去后, 冷却, 蒸去甲苯, 减压蒸馏收集 106~110 /533

收稿日期: 2008-04-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(20662011); 云南省自然科学基金资助项目(2007C025M); 云南大学校基金重点资助项目(2005Z002A).

作者简介: 李全(1971-), 男, 重庆人, 副教授, 主要从事药物合成、超分子合成方面的研究.

通讯作者: 赵元鸿(1969-), 男, 云南人, 副研究员, 云南省中青年学术和技术带头人后备人才, 主要从事天然产物合成方法学及药物化学研究工作.

Pa 馏分得产物 66.03 g, 产率 91.2%. GC-MS 表明化合物 1 峰面积大于 95%. IR(液膜,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3326 ( $\text{OH}$ ). MS( $m/z$ ): 180, 182 ( $\text{M}^+$ ).  $^1\text{H}$  NMR( $\delta$ ): 1.35~2.01(br, 8H,  $\text{CH}_2$  4); 2.29(s, 1H,  $\text{OH}$ ); 3.38(t, 2H,  $\text{Br-CH}_2$ ); 3.61(t, 2H,  $\text{OCH}_2$ ).

**1.3 2-(6-溴己氧基)-四氢吡喃(2)的合成** 在 50 mL 单口烧瓶中加入 9.00 g(0.050 mol) 6-溴己醇、5.00 g(0.060 mol) 二氢吡喃、0.10 g 对甲苯磺酸, 室温下搅拌 2 h, 加入 30 mL 石油醚, 30 mL 饱和食盐水洗 1 次, 有机层无水硫酸钠干燥, 减压蒸去溶剂, 石油醚作洗脱剂柱层析得无色透明液体产物 13.20 g, 产率 94.29%.  $^1\text{H}$  NMR( $\delta$ ): 1.30~1.90(br, 12H,  $\text{CH}_2$  6); 3.30~3.88(br, 6H,  $\text{OCH}_2$  2,  $\text{BrCH}_2$ ); 4.55(t, 1H,  $\text{O-CHO}$ ).  $^{13}\text{C}$  NMR( $\delta$ ): 19.78; 25.56(2C); 28.09; 29.64; 30.85; 32.83; 33.96; 62.46; 67.48; 98.87.

**1.4 1,7-辛二醇(3)的合成** 在 25 mL 的三口烧瓶中加入 1.65 g(0.01 mol) 2-(6-溴己氧基)-四氢吡喃、10 mL 无水四氢呋喃、0.30 g(0.013 mol) 新创的镁屑、少许碘, 回流 2.5 h, 冷却到室温, 搅拌下通入乙醛气体, 当液封的出口有大量气泡时停止通入, 室温搅 2 h, 滴入 10 mL 氯化铵溶液, 搅拌, 乙酸乙酯(20 mL 3)萃取, 合并萃取液, 蒸去溶剂, 残余物加入 10 mL 95% 的乙醇、0.3 g 对甲苯磺酸, 回流 3 h, 加入 0.3 g 无水碳酸钠, 回流 10 min, 冷却, 滤去固体, 蒸去溶剂, 柱层析( $V$ (石油醚) $V$ (乙酸乙酯)=6:1 作洗脱剂)得无色液体 0.81 g, 产率 55.48%.  $^1\text{H}$  NMR( $\delta$ ): 1.05~1.60(br, 13H,  $\text{CH}_2$  5,  $\text{CH}_3$ ); 1.90~2.50(宽峰, 2H,  $\text{OH}$  2); 3.60(t, 2H,  $\text{CH}_2\text{OH}$ ); 3.70(m, 1H,  $\text{CHOH}$ ).  $^{13}\text{C}$  NMR( $\delta$ ): 23.56; 25.79(2C); 29.47; 32.71; 39.27; 62.96; 68.19.

**1.5 7-氧代辛醛(4)的合成** 在装有 0.81 g(0.0055 mol) 1,7-辛二醇的 50 mL 单口烧瓶中加入 20 mL 二氯甲烷、6 g(0.012 mol) 吸附于硅胶上的 PCC, 室温搅拌 3 h, 加入 10 mL 乙醚, 过滤, 滤液蒸去溶剂得 0.71 g 棕色液体, 产率 87.86% (直接用于下一步反应).

**1.6 反-9-氧代-2-癸烯酸(5)的合成** 在装有上述 0.71 g(0.0049 mol) 7-氧代辛醛的 50 mL 单口烧瓶中加入 0.63 g(0.0061 mol) 丙二酸、10 mL 无水吡啶、0.3 mL 六氢吡啶, 回流 6 h, 减压蒸

去吡啶, 1:1 盐酸酸化至  $\text{pH} < 3$ , 乙醚(30 mL 3)萃取, 合并萃取液, 5% 氢氧化钠溶液 10 mL 反萃, 酸化, 10 mL 3 乙醚萃取, 合并萃取液, 无水硫酸钠干燥, 蒸干, 得淡黄色液体 0.55 g(TCL 显示为一个斑点), 收率 60.95%, 5 mL 乙醚溶解, 滴加石油醚至即将出现浑浊, 冰箱冷藏室中放置 3 d, 可得长方柱状无色结晶, m. p. 52~54. IR( $\text{cm}^{-1}$ ): 2500~3600( $\text{OH}$ ); 1704( $\text{C=O}$ ); 1654( $\text{C=C}$ ). MS( $m/z$ ): 183( $\text{M}^+ + 1$ ).  $^1\text{H}$  NMR( $\delta$ ): 1.10~1.70(br, 6H,  $\text{CH}_2$  3); 2.21(s, 3H,  $\text{COCH}_3$ ); 2.22(q, 2H,  $\text{CH}_2\text{CH}$ ); 2.43(t, 2H,  $\text{CH}_2\text{CO}$ ); 5.82(d, 1H,  $\text{CHCO}$ ); 7.08(dt, 1H,  $\text{CH}_2\text{CH}$ ); 10.3~11.1(宽峰, 1H,  $\text{COOH}$ ). 熔点及波谱数据与文献[5]一致.

## 2 结果与讨论

(1) 2-(6-溴己氧基)-四氢吡喃合成反应产物柱层析是为了除去极少量的 1,6-己二醇的二氢吡喃保护物;

(2) 2-(6-溴己氧基)-四氢吡喃与镁制备格氏试剂较惰性, 与镁反应较慢, 放热平缓, 故不用分批滴加, 而且要用新创下来的很细很薄的镁屑进行格氏反应效果才好;

(3) 7-氧代辛醛极不稳定, 久置和硅胶柱柱层析均会发生变化, 故未作分离和鉴定, 直接用于下一步反应.

## 参考文献:

- [1] BULTER C G, CALLOW R K, JOHNSTON N C. Extraction and purification of Queen substance from Queen bees[J]. Nature, 1959, 184: 1871.
- [2] 胡福良, 玄红专. 蜜蜂蜂王信息素研究进展[J]. 昆虫知识, 2004, 41(3): 208-211.
- [3] BARBIER M, LEDERER E, NOMURA T. Compt Rend, 1960, 251: 1135.
- [4] 朱洪友, 林军, 何红平, 等. 蜂王信息素的改进合成[J]. 高等学校化学学报, 1999, 20(3): 415-417.
- [5] GREG W E. A two-step synthesis of the queen substance of the honey bee[J]. Syn Comm, 1991, 21(14): 1527-1531.
- [6] JAEGER R H, ROBINSON S R. A simple synthesis of Queen substance [J]. Tetrahedron, 1961, 14: 329-321.
- [7] BELLASSOUND M, MAJIDI A. Total synthesis of

Queen substance of honeybee using an organosilicon route[J]. Tetrahedron Lett, 1991, 32: 7 253.

[ 8 ] 林军, 刘复初. 蜂王物质 9- 氧代- 2E- 癸烯酸的合成进展[ J ]. 云南化工, 1994( 3 ) : 21-24.

[ 9 ] 李全, 古昆, 程晓红. 王浆酸的合成[ J ]. 化学世界, 2007, 48( 5 ) : 294-297.

[ 10 ] COREY E J, William Suggs J. Pyridinium chlorochromate. An efficient reagent for oxidation of primary and secondary alcohols to carbonyl compounds[ J ]. Tetrahedron Lett, 1975, 31: 2 647-2 650.

### A simple synthesis of Queen substance

LI Quan<sup>1</sup>, YANG Xiao-mei<sup>2</sup>, CHENG Xiao-hong<sup>1</sup>, ZHAO Yuan-hong<sup>1</sup>

( 1. School of Chemical Science and Technology, Yunnan University,

Key Laboratory of Medical Chemistry for Natural Resource, Ministry of Education, Kunming 650091, China;

2. School of Traditional Chinese Medicine, Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650200, China)

**Abstract:** A simple synthesis of Queen substance (trans- 9- Oxo- dec- 2- enoic acid) was reported. Monobromination of 1, 6- hexandiol followed by protection with 3, 4- dihydro- 2H- pyran afforded compound 2. After addition between Grignard reagent of compound 2 and acetaldehyde, deprotection and oxidation by pyridinium chlorochromate(PCC), a Kaevenagle reaction finally provided the Queen Substance in 25. 55% overall yield.

**Key words:** 1, 6- hexandiol; Queen substance; synthesis

\* \* \* \* \*

#### 简讯

## 云南大学学报(自然科学版) 再次入选中国高校精品科技期刊

2008 年 9 月, 在教育部科技司委托中国高等学校自然科学学报研究会组织开展的 第 2 届中国高校精品 优秀 特色科技期刊奖评比活动中, 云南大学学报(自然科学版) 因学术质量较高, 再次被评为 中国高校精品期刊 .

此次评比遴选指标由 3 部分组成, 以定量指标为主, 定性指标为辅的原则制定. 主要采用中国科技期刊评价指标体系中, 经过专家打分, 一致认为比较重要的、且能够充分表述科技期刊学术质量的 9 个指标, 即: 影响因子、总被引频次、即年指标、基金论文比、他引总引比、进步指标、文章下载率、平均引文率、学科影响; 同时引入了负面指标, 自引率高线进行一票否决.

云南大学学报(自然科学版) 编辑部