

# 用羟丙基-β-环糊精提高挥发性物质稳定性的实验研究

吴丽红 (广州科颜氏药妆生物科技研发中心, 广东 广州 510000)

**摘要:** 用羟丙基-β-环糊精 (HP-β-CD) 提高挥发性物质稳定性的实验研究结果表明: HP-β-CD 提高挥发性物质稳定作用很可能是通过它部分包含包接物, 包接物进入它的分子圆筒空腔, 参与热力学及动力学的平衡过程, 与外围环境保持一定程度的隔离, 有效地防止客体分子的挥发。

**关键词:** 羟丙基-β-环糊精; 挥发性物质; 稳定性

**Abstract:** There are experiment research results on improving stability of volatile material by using Hydroxypropyl-β-cyclodextrin show that It is likely to be through its part of the inclusion compound, inclusion compound into its molecular cylinder cavity, participating in thermodynamics and dynamics of the equilibrium process, and peripheral environment keep a certain degree of isolation, effectively preventing object molecular volatile.

**Key words:** Hydroxypropyl-β-cyclodextrin; volatile material; stability

## 0 引言

本文对添加羟丙基-β-环糊精 (HP-β-CD) 是否能够提高挥发性物质的稳定性进行研究。本研究确定供实验的挥发性物质是薄荷脑, 薄荷脑作用于皮肤或粘膜, 有清凉止痒作用, 它是挥发性物质<sup>[1]</sup>。所做检测均依照化妆品相关的国家标准为基础, 按照工厂的企业标准执行。

## 1 实验部分

### 1.1 主要试剂和仪器

薄荷脑, 鸿港生物; HP-β-CD 包含的薄荷脑 (50%), 意大利 IRA 公司; FA1004N/0.0001 电子天平, 上海精密科学仪器有限公司; 一系列两孔电热恒温水浴锅, 上杭仪器有限公司; ES-3615 系列封闭电炉, 广州市惠科兴化工科技经营部。

### 1.2 挥发度的比较实验

不同温度条件下, 给定的重量, 暴露空气中, 在不同时间段, 薄荷脑或羟丙基-β-环糊精包含的薄荷脑重量。记录它们的重量, 计算挥发量及它们的挥发速率。

### 1.3 不同人群肤感的比较实验

测试人群共 20 人, 分 4 组 (A 组、B 组、C 组、D 组), 每组各 5 人。测试位置: 左右手腕内侧。测试内容:

A 组: 第一天: 左手涂样品 (1), 右手涂样品 (2); 第二天: 左手涂样品 (2), 右手涂样品 (1);

B 组: 第一天: 左手涂样品 (2), 右手涂样品 (1); 第二天: 左手涂样品 (1), 右手涂样品 (2);

C 组: 第一天: 左手涂样品 (3), 右手涂样品 (4); 第二天: 左手涂样品 (4), 右手涂样品 (3);

D 组: 第一天: 左手涂样品 (4), 右手涂样品 (3); 第二天: 左手涂样品 (3), 右手涂样品 (4)。

### 1.4 不同人群肤感的比较实验方法

为了验证羟丙基-β-环糊精能提高化妆品中挥发性物质的稳定性, 选择两种体系 (水包油和油包水) 的产品。在水包油体系的产品中, 添加薄荷脑的为样品

(1), 添加羟丙基-β-环糊精包合物的为样品 (2); 在油包水体系的产品中, 添加薄荷脑的为样品 (3), 添加羟丙基-β-环糊精包合物的为样品 (4)。

## 2 不同温度条件下的薄荷脑溶解度比较

按照 1.2 所述方法, 在不同的温度下得到的实验数据列于表 1。

表 1 不同温度下薄荷脑的含量 (g)

放置时间 /min	50℃	60℃	70℃	80℃
0	5.00	5.00	5.00	5.00
10	4.98	4.96	4.95	4.85
20	4.93	4.94	4.92	4.83
30	4.88	4.92	4.90	4.80

在 50-80℃ 之间对薄荷脑含量的对数与放置时间作图。

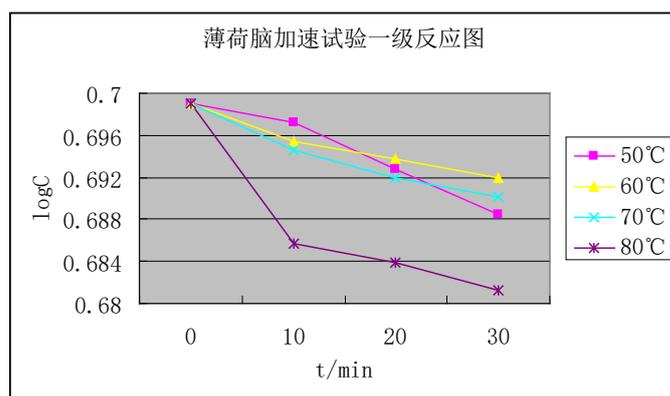


图 1

经线性回归分别得到 50-80℃ 下的挥发速率方程及线性相关系数为:

$$\log C = -0.44 \times 10^{-3}t + \log C_0, \quad r = -0.9919$$

$$\log C = -0.175 \times 10^{-3}t + \log C_0, \quad r = -0.9915$$

$$\log C = -0.22 \times 10^{-3}t + \log C_0, \quad r = -0.9900$$

$$\log C = -0.225 \times 10^{-3}t + \log C_0, \quad r = -0.9489$$

由上图 1 可以看出薄荷脑含量的对数与存放时间成正比, 且随着温度的升高, 薄荷脑的挥发速率越快: 每增高 10℃, 薄荷脑的挥发速率约增加 1.3 倍。

## 2.1 不同温度条件下的羟丙基-β-环糊精包含的薄荷脑溶解度比较

按照 1.2 所述方法,在不同的温度下得到的实验数据列于表 2。

表 2 不同温度下 HP-β-CD 包含的薄荷脑的含量 (g)

放置时间 /min	50℃	60℃	70℃	80℃
0	0.50	0.50	0.50	0.50
10	0.49	0.47	0.43	0.38
20	0.48	0.46	0.42	0.36
30	0.47	0.45	0.41	0.34

在 50-80℃ 之间对 HP-β-CD 包含的薄荷脑含量的对数与放置时间作图。

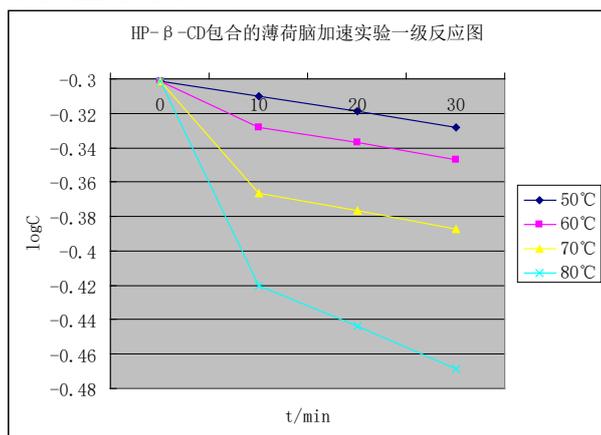


图 2

经线性回归分别得到 50-80℃ 下的挥发速率方程及线性相关系数为:

$$\log C = -0.905 \times 10^{-3}t + \log C_0, r = -0.99998$$

$$\log C = -0.945 \times 10^{-3}t + \log C_0, r = -0.97993$$

$$\log C = -1.035 \times 10^{-3}t + \log C_0, r = -0.9453$$

$$\log C = -2.415 \times 10^{-3}t + \log C_0, r = -0.95644$$

由上图 2 可以看出 HP-β-CD 包含的薄荷脑含量的对数与存放时间成正比,且随着温度的升高,HP-β-CD 包含的薄荷脑的挥发速度越快:每增高 10℃,薄荷脑的挥发速率约增加 1.1 倍。

## 2.2 针对水包油体系配方的试验结果

表 1 A 组实验结果

时间 (min)	1	5	10
配方内容 (1)	所有成员表示 (1) 较凉	4 个人表示 (2) 较凉, 1 个人表示 (1) 较凉	所有人表示 (2) 较凉
配方内容 (2)	较凉	较凉	较凉

表 2 B 组实验结果

时间 (min)	1	5	10
配方内容 (1)	所有成员表示 (1) 较凉	3 个人表示 (2) 较凉, 1 个人表示 (1) 较凉	所有人表示 (2) 较凉
配方内容 (2)	较凉	1 个人表示凉感一样	较凉

## 2.3 针对油包水体系配方的试验结果

通过 A、B、C、D 四组人员共 20 人在不同时间里测试凉感,可以得出以下结论:刚开始上手的凉感,薄荷脑比 HP-β-CD 包含的薄荷脑来得快,但是在皮肤停

留的时间,HP-β-CD 包含的薄荷脑比没有包含的时间长,相对来说,在皮肤上停留的时间越长,HP-β-CD 包含的薄荷脑的凉感越明显。

表 3 C 组实验结果

时间 (min)	1	5	10
内容 (3)	所有成员表示 (3) 较凉	3 个人表示 (4) 较凉, 1 个人表示 (3) 较凉	所有人表示 (4) 较凉
内容 (4)	较凉	1 个人表示凉感一样	较凉

表 4 D 组实验结果

时间 (min)	1	5	10
内容 (3)	所有成员表示 (3) 较凉	4 个人表示 (4) 较凉, 1 个人表示 (3) 较凉	所有人表示 (4) 较凉
内容 (4)	较凉	较凉	较凉

## 2.4 讨论

通过以上的实验数据可以得知这样一个结论:HP-β-CD 包含的薄荷脑,具有缓慢控制及释放功能。它之所以具有这种功能,尝试从它的分子包覆中涉及热力学及动力学这方面去解释。

环糊精分子通过与客体分子(薄荷脑)之间的范德华力作用、环糊精分子羟基与客体分子(薄荷脑)之间的氢键缔合以及亲油性分子与亲油性分子之间的亲和力将某些亲油性的客体分子(薄荷脑)部分包覆在分子洞内,从而形成环糊精客体包覆物<sup>[2]</sup>。环糊精分子包覆客体分子形成环糊精客体包覆物的过程是一个平衡过程,游离的环糊精及游离的客体分子和环糊精客体包覆物处于一个热力学及动力学的平衡过程。所有被包覆的客体,因其处于挥发状态,而它的平衡条件会影响包覆过程中所牵涉的分配系数,所有环糊精的包覆作用与过程都可以从这些平衡中加以理解。由于客体分子部分被包覆的分子洞内,进入分子圆筒空腔,它们可以与外围环境保持一定程度的隔离,有效地防止客体分子的挥发。

## 3 结论

本章通过对薄荷脑及 HP-β-CD 包含的薄荷脑两者的挥发度的比较,可以得出以下结论:

环糊精在化妆品两种体系中表现的性能是相同的,不受水包油或油包水体系的影响。羟丙基-β-环糊精提高挥发性物质稳定作用很可能是通过它部分包合包接物,包接物进入它的分子圆筒空腔,参与热力学及动力学的平衡过程,与外围环境保持一定程度的隔离,有效地防止客体分子的挥发。羟丙基-β-环糊精既然可以提高挥发性物质的稳定性,那么它应该可以进一步推广,应用前景应该是一片光明的,当然这些都是一些猜想,大面积的推广应用还需进一步的验证。

## 参考文献:

- [1] 邹节明,王力生,文晖,王淑霖.薄荷脑和冰片挥发性的动力学研究[J].中国中药杂志,2002,27(10):739-742.
- [2] 宋乐新,周桃玉,郭子建.环糊精及其衍生物的超分子晶体结构研究进展[J].无机化学学报,2001,17(1):9-16.