

科技用書

實用香料化學

1. 理論及應用
2. 物性及化學
3. 產用之規制
4. 香水之譜系

(本書適合採用大專化工科系教材)

天然香料
合成香料
調合香料
化粧品香料
日用品香料
食品香料
工業用香料



賴耿陽編著
復漢出版社印行

科技用書

實用香料化學

- | | |
|----------|----------|
| 1. 理論及應用 | 3. 產用之規制 |
| 2. 物性及化學 | 4. 香水之譜系 |



賴耿陽編著
復漢出版社印行

中華民國七十九年一月出版

實用香料化學

版權所有
翻印必究

平裝三〇〇元

著者：賴耿陽

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號
郵政劃撥：〇〇三一五九一—三號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

序

與吾人生活有關的物質中，香料是最具魅力的物質之一，因它是吾人嗅覺香氣的來源。自然的草木、花香、潮香都是大自然的惠賜，令人嚮往。自然的新鮮食品香料、潤飾生活的香粧品香料、清爽的環境用香料、創造莊嚴世界的薰煙香料、防治害蟲害獸的引誘劑、忌避劑、瓦斯附臭劑等，香料使吾人生活更快樂、豐盛，並提供實益。

近十多年來，香料化學顯著進步，也積極研究香氣科學，神秘的嗅覺生理也因生物電子學的進步而解明。亦即，研究嗅覺受所的生物物理學，藉而詳知有香物質的分子構造與香氣生起的關係。決定香氣性質的是有香物質的蒸氣成分（香氣）與蒸氣分壓（香氣強度）。

作用於嗅覺的是香料蒸氣，並非含有香料的固體或溶液。香料溶液的醇、酮、酯、醛等有香物質因其極性、分子間力而形簇團或特有的分子配列，這些分子間的相互作用支配各成分的平衡係數，決定嗅覺所感受香氣的性質。應用物理化學研究表現香氣性質的香氣蒸氣成分與關連香氣強度的香料蒸氣壓。亦即，香料溶液的相平衡、熱力學性質、IR、NMR 譜的研究在香氣研究上很重要。溶於界面活性劑分子親油基膠束的可溶化香料、打入活性劑親油基的乳化香料等不均勻分散系的香氣性質也很有趣。香料分離精製上必要的各種化學工學操作也立足於工業物理化學。

本書着眼於今後香料研究上必要的物理化學性質，試行解說。宗旨在當成香料產業技術者、研究香料的學生的入門書及常置座右的書。

座右書的條件是須具備辭典、便覽的性格，4章天然香料，5章合成香料的記敘即留意此點，記載各種天然香料、單品香料的融點、沸點、溶解度等使用上必要的物理化學性質、製法、用法。6章敘述調合香

料，介紹調香的基礎手法。在7章的香料應用，述及賦香製品的製法、化粧品、生活用品的賦香方法、賦香率。8章的食品香料就天然及加工食品的香氣，記載目前分析技術求知的最近資料。7章、8章介紹很多香粧品、食品用各種調合香料的處方例，可供讀者研究調香時參考。9章記載香料的使用規制，敘述香料安全使用上的注意事項。

香料的研究橫跨合成化學、分析化學、界面化學、物理化學、化學工學等化學領域，也包括生化學、植物生理學、生物物理學、生物電子工學等，香料業界還有最重要的調香研究，調香是憑人的藝術感覺和技術創造香氣。利用電腦的資訊處理、氣液平衡計算不久必成調香的科學技術，吾人的生活、社會都期望清爽的芳香。

吾人永不可遺忘自然的尊嚴，須謙虛學習大自然的芬芳，香氣產製上的使命即是「以智慧和努力再現神的恩賜」。

1989年7月

編者

目 次

第 1 章 香料與香料化學的歷史..... 1

1.1 香料的歷史.....	1
1.1.1 聖經的記載.....	1
1.1.2 佛經的記載.....	1
1.1.3 希臘的香料.....	2
1.1.4 埃及的香料.....	3
1.1.5 羅馬的香料.....	3
1.1.6 中世紀的香料.....	4
1.1.7 日本的香料.....	4
1.2 香料化學的進步.....	6
1.2.1 古代的香料製造.....	7
1.2.2 香料化學的起源.....	7
1.2.3 精油的研究.....	8
1.2.4 萜的化學與香料的合成.....	8
1.2.5 科學分析裝置的香料分析與化學構造的研究.....	9
1.2.6 香氣的生理學.....	9

第 2 章 香氣的科學..... 14

2.1 香氣（嗅覺的生理學）.....	14
2.1.1 化學說（chemical theory）.....	14
2.1.2 振動說（vibrational theory）.....	14
2.1.3 輻射說（radiational theory）.....	15

2.1.4	物理說 (physical theory)	15
2.1.5	嗅覺感受器官的機構	15
2.1.6	嗅覺的生理、香氣的產生和傳達	18
2.1.7	嗅覺的立體化學說	22
2.1.8	結語	30
2.2	香氣的分類與性質	31
2.3	香氣的強度	35
2.4	香氣的閾值	40

第3章 香料的物理化學性質..... 42

3.1	香料的蒸氣成分	42
3.1.1	平衡係數 (equilibrium coefficient)	42
3.1.2	揮發度 (volatility)	43
3.1.3	比揮發度 (specific volatility)	43
3.1.4	香料的蒸氣成分	44
3.2	香料的蒸氣壓	48
3.2.1	香氣與蒸氣壓	48
3.2.2	蒸氣壓的測定法	49
3.2.3	蒸氣壓與溶液物性	57
3.2.4	乳化、可溶化系的香料蒸氣壓	60
3.3	香料的精餾	62

第4章 天然香料..... 67

4.1	香料的分類	67
4.2	動物性香料	67
4.2.1	麝香 (musk)	68
4.2.2	香猫香 (靈猫香 , civet)	69
4.2.3	海狸香 (castreum)	70
4.2.4	龍涎香 (ambergris)	70
4.3	植物性香料	71
4.3.1	植物性香料的製造法	71

4.3.2 植物性香料各論	77
---------------------	----

第5章 合成香料..... 86

5.1 合成香料的原料	86
5.2 香料的合成法	87
5.2.1 全合成法	87
5.2.2 半合成法	93
5.2.3 生合成法	97
5.3 合成香料各論	99
5.3.1 碳化氫	100
5.3.2 醇	103
5.3.3 醛（醛、縮醛）	117
5.3.4 酮	138
5.3.5 麝香	149
5.3.6 酚類及其衍生物	156
5.3.7 酸類	161
5.3.8 酯類	163
5.3.9 氧化物類	191
5.3.10 氮化物	193
5.3.11 鹵化合物、硫化物	195

第6章 調合香料..... 196

6.1 調合香料的素材	196
6.2 調合香料的構成	196
6.2.1 基礎劑（base）的調合	196
6.2.2 調變劑（modifier）的調合	198
6.2.3 top note 的調合	199
6.2.4 調合香料的構造	200
6.3 保留劑與其效用	204
6.4 調合香料的處方例	205
6.5 香水的熟成	205

6.5.1	貯藏熟成所致的化學變化	205
6.5.2	熟成所致溶流物性的變化	209

第7章 香料的應用..... 210

7.1	香料的使用形態	210
7.1.1	水溶性香料 (soluble essence)	210
7.1.2	油溶性香料 (oil soluble perfume)	210
7.1.3	乳化香料 (perfume emulsion , flavoring emulsion)	211
7.1.4	香料的可溶化	211
7.1.5	粉末香料 (flavoring powder)	212
7.2	香料的生理作用	213
7.2.1	香料的殺菌力	213
7.2.2	香料的毒性	216
7.3	生活環境與香料	216
7.3.1	惡臭除去與掩蔽	216
7.4	化粧品香料	219
7.4.1	香水 (perfume)	219
7.4.2	古龍水 (eau de cologne)	226
7.4.3	乳霜	231
7.4.4	化粧水	233
7.4.5	整髮料、頭髮化粧品	233
7.4.6	白粉 (toilet powder)	234
7.4.7	口紅與顯紅 (lipstick & rouge)	235
7.5	生活用品的香料	236
7.5.1	肥皂香料	236
7.5.2	牙膏香料	237
7.5.3	浴用劑香料	241
7.5.4	洗劑用香料	242
7.5.5	洗髮精、潤絲精香料	242
7.5.6	環境用香料	243

7.5.7 其他香料	244
7.6 工業用香料	245
7.7 保安用香料	245
7.8 生物用香料	246
7.8.1 飼料調味劑	247
7.8.2 引誘劑	248
第 8 章 食品香料	252
8.1 調味劑的世界	252
8.2 食品香料的形態與分類	252
8.3 食品的香氣成分	254
8.3.1 水果的香氣成分	254
8.3.2 蔬菜的香氣成分	260
8.3.3 畜產物的香氣成分	270
8.3.4 水產物的香氣成分	274
8.3.5 麵包的香氣成分	278
8.3.6 嗜好品的香氣成分	279
8.4 食品香料的製造法	284
8.4.1 食品香料的原料	285
8.4.2 食品香料的調合	289
8.5 菸草調味劑	292
8.5.1 casing	295
8.5.2 top dressing	295
第 9 章 香料使用上的規制	300
9.1 化粧品香料的規制	301
9.2 食品香料的規制	301

第 1 章 香料與香料化學的歷史

1-1 香料的歷史

1-1-1 聖經的記載

自從地球有生命誕生以來，動植物體中產生很多有香物質。這些有香物質對人類及其他動植物都是生存、生活上不可或缺的最重要、最密切物質之一。甚至會影響人的精神、感情。以這些有香物質為原料作成的香料與人類的歷史併存。古代，香料主要用為神佛祭壇供奉的香火，也是淨化身心的醫藥品。舊約聖經出埃及記有這樣的記載「耶和華曉諭摩西說：你要取上品的香料——就是流質的沒藥五百舍客勒、香肉桂一半——就是二百五十舍客勒、菖蒲二百五十舍客勒、桂皮五百舍客勒，都按著聖所的平，又取橄欖油一欣。按作香之法，調和作成聖膏油」（出三十 22～25），這可能是香料調合的最早記述，無疑的是摩西時代已有香料製造技術相傳。此聖膏油為聖物，不可製造同處方的香油塗在自己身上或塗在其他凡人身上，只有神、祭司可享用。

1-1-2 佛經的記載

佛經也有很多有關香料、香油的記載，在東方就不只祭祀，也廣用於日常生活，比中東、西歐更廣用為藥粧用或浴用。原因是印度、東南亞本就是香料、調味品原料的寶庫。提起香料的歷史，必牽涉到古埃及、希臘、羅馬人的生活，印度、中國的古代人們也充分享受香料的豐盛生活。金光明最勝王經中，感激釋迦說法的弁才天女為與眾人參學佛的諭教，修行而早開菩提，並為長壽和健康起見，公開秘法“洗浴之法”

。那是以弁才天女發明的藥用香水浴處方，用菖蒲、牛黃、麝香、枸杞皮、丁香、細豆蔻、桂皮等 32 種天然香藥。當時尚無用酒精的香水，但已使用相當於古龍水、乳液、髮油的塗香、抹香（粉末）、便於揮散香氣的燒香，使用形態很多。中國五千年前就使用浸香草的酒。香料是從印度傳到中國，再傳到日本。使用法因各國的民族性和生活環境而大異其趣。使用範圍也因政治形態、社會結構而異。任何民族都把香料用於祭事、藥用、防腐等，但粧扮身體的用途則以印度、埃及、西歐較盛行，日本、中國較保守。

1-1-3 希臘的香料

古希臘的香料為日常生活所不可或缺，調合、製造技術很發達，香料有藝術用法。他們喜好堇菜的香氣，頭飾玫瑰，衣服收存於附香木材作成的衣櫥，頭塗花薄荷的乳膏、臉、胸塗棕櫚油。人人都被香料迷惑，成其俘虜，所以雅典曾禁售芳香油（B.C. 700～600 年）。

紀元前 370 年生於雷斯伯斯島的帖沃福拉史特斯為植物學鼻祖，他列舉用於香料的植物有肉桂、甘松、麥迦香脂、鹿草、番紅花、水仙、薑草、菖蒲、花薄荷、蓮等。最好聞的是亞洲產物和日照充足地域所採取者。他也敘述香氣與味道的關係，芳香物的味道都很刺激，也常有苦味。他是調味品的科學家，兼為嗅覺和味覺的權威，他也著眼於香料蒸氣壓與揮發性的關係，認為「可聞到遠處的花香是由於花的香氣存在表面，甘松香、鳶尾根等的芳香不靠近就不大能聞到是由於草根、樹脂的香氣存在其內部，所以溫熱就會散出香氣」。

他更認識香料的保留劑——「香料師調合香料時，須設法使香氣持久，為此可用油為基劑，橄欖油也不錯，不過採自埃及、敘利亞的玫瑰油最高級，可使香氣持久。但玫瑰的香氣最適用胡麻油」，紀元前 4 世紀就如此認識香氣的保留法，真令人佩服。從花瓣、果實、葉、根採製各種天然香料。採取法有壓搾或以油抽出。美佳雷翁香為古希臘有名的香料，很難調合，要使薔薇油沸騰 10 晝夜，搗潰沒藥，加其油狀分，再混合肉桂、燒樹脂等。希臘人把這些香料裝入雪花石膏瓶或鉛壺中，防止寒暑的影響，長期保存。

帖沃福拉史特斯報告埃及香貯藏 8 年、鳶尾香貯藏 20 年後的品質

不變，反而優於新品。薔薇香、百合香清淡適合男性，沒藥油、埃及香、甘花薄荷香、甘松香有持續性，適合女性。希臘尚不知道今人用為香水基劑的乙醇，用不揮發性油或葡萄酒為基劑，強香的埃及香、沒藥油混入芳香的葡萄酒會變得溫和，發出更優美的香氣。

1-1-4 埃及的香料

古埃及人對香料的製造、樹脂的利用有豐富的知識。不只愛用香料，還將其知識用於木乃伊。古埃及書籍有各種香料的記錄，記載使用沒藥、肉桂、樹脂等的多種香料物質名稱，也有防治口臭的香錠處方，埃及人的生活少不了香料、芳香性樹脂。

星期五常有集會，身體盛香的人們群聚，享用加香料的砂糖點心、飲料、凍果汁露等。女性以加香料的水沐浴，男性塗加香料的軟膏，富裕的家中芳香四溢。有節慶時，街道焚香，連窮人也可分享芳香。

埃及最有名的香料稱為基菲，連希臘人、羅馬人都來採購，其成分大致是蜂蜜、葡萄酒、扁松、葡萄乾、沒藥、蘆筍、番紅花、大杜松、小杜松、芳香葦等，這些芳香物質可幫助入眠、緩和精神，渡過舒服的夜晚，被愛用為夜晚的香料。

另一種說法是肉桂、薄荷、旋花、菖蒲、香茅等各取等量，乾燥粉化後充分混合，另把同量的菲尼基杜松、指甲花等浸葡萄酒1晝夜。其次把葡萄干浸葡萄酒5天，混合芸香樹脂與蜂蜜。將此三系列成分混合，再加沒藥，充分混合全體而製造，乃相當複雜的調合。

埃及香膏有用百合油的沙古迪、以沒藥、蜂蜜、葡萄酒、樹脂、菖蒲為原料的美特匹姆、用指甲花香油的綠色香膏希普里奴姆、塗於手、腳的香膏等。此種加香料的軟膏在埃及國內外很受珍重，裝入雪花石膏或染色岩壺中保存。從茲坦卡門王墓中發見的美觀雪花石膏壺中，裝有隱藏3000年神秘的香膏，此香膏為膠粘狀物質，沾在手上會因體溫而稍融化，在3000年後的今天仍有香氣，似是甘松香的餘香。可保存至今的原因是有防腐性的乳香或保留性高的芳香性樹脂。埃及人愛用以肉桂和甘松香為主成分的香料。

1-1-5 羅馬的香料

在希臘奢侈的風俗傳來之前，古羅馬人喜愛自然的花或植物的香氣，不過，東方的香料傳來，特別是與埃及的關係加深後，就消費大量香料，歷代羅馬皇帝濫用香料，尼洛為葬妃而用的薰香比當時的阿拉伯香料年產量還多。羅馬的貴族、市民都愛用香料、浴場飄逸珍貴的芳香油，身體塗香膏。羅馬人所用有名的蘇西儂軟膏主成分為百合、蜂蜜、肉桂、菖蒲、番紅花、沒藥。香膏裝入雪花石膏或素陶大壺保存，液狀香料用玻璃或雪花石膏容器。

當時已製造各種化粧品，羅馬帝國時代的羅馬嚴重濫用香料，甚至是異常，不過，把香料傳遍歐洲的正是羅馬人，羅馬帝國分裂後，拜占庭文化興榮，開始有關香料的化學研究。

在每一時代，香料都是東西交流的重要物資，十字軍遠征拓展東西交通，胡椒、肉桂、丁香等香辛料、香料急速流入西歐，馬可孛羅東遊、哥倫布航海、麥哲倫環繞世界一周，從13世紀到16世紀，東洋與西洋的距離漸縮短，大量香料和香辛料從東洋傳到西歐，乃至世界各地，以這些天然香料為原料，製造各種調合香料。

1-1-6 中世紀的香料

義大利、法國在16世紀的香料製造技術進步，漸科學化。在佛羅倫斯的聖瑪利亞·諾貝茲拉修道院中的香料製造工廠，修士們熱心研究新調合處方。佛羅倫斯的香料工廠很有名，作成的香料裝入小瓶，再裝入有金色或鮮豔色彩飾紋的書形小盒中。稱為法蘭給帕尼香的薰香用香錠也很有名。當時的法國開始栽培香料的原料花，法國南部溫暖的丘陵地帶古拉斯開始製造香料。古拉斯的天然香料製造也是世界有名。16世紀末巴黎已有香料或化粧品專賣店，以魯涅的店特別有名。歐洲的王公貴族、英雄、名人都有愛用香料的美談、倫敦有防治霍亂的香煙，香料與市民生活密不可分。

1-1-7 日本的香料

推古天皇3年夏，大香木漂來淡路島，島民拾起燃燒時，竟散出奇異的香煙，驚訝之餘，獻給朝廷。日本書紀二十二卷、水鏡都記載此事。聖德太子看過此香木後，認為「這是南天竺的旃檀香木，前曾許願求

此香木雕刻佛像，可能是吾帝崇拜佛法感天，由帝釋天賞賜」，命百濟工人雕成觀世音菩薩尊像，供於法隆寺夢殿。剩餘木材也裝入手箱，慎重保存，此即所謂「手箱太子」的名香。稱為「法隆寺」的名香也指當時的雕刻剩餘材。水鏡的解說更詳細——此香木有果實，稱為雞舌香，花為丁香，油為薰陸，油有長續香者稱為沈水香，香氣不長續者為淺香。

如此，香料傳到島國日本是始於從南海漂來的一根香木。後來擴大與大陸的交通，陸續傳來南亞的香木、香料。聖武天皇建立御代東大寺大佛時，從三韓輸入的香木稱為「蘭奢待」或「東大寺」，保存於正倉院。「蘭奢待」在日本歷史上為天下第一等名香，新田義貞、足利義政、織田信長、德川家康等武將或當權者都由天皇勅許分賜小片。

香料在日本與印度、中東、歐洲同樣在宗教上用為薰香，作成不同香氣的各種薰香，依香木色澤分稱「白雲」、「紅塵」，依詩、歌稱為「春風」、「柴船」。由香氣連想草花而稱為「臘梅」、「菖蒲」、「秋蘭」、「夕顏」等，各代天皇的勅命香有「初春」、「青陽」、「蟬羽衣」、「桃源」、「浦風」、「更衣」、「誰袖」等。同種類的香木也因其形狀、色澤、香趣或風情、日本人的情感，而有不同的名稱。這些銘香用於神佛供香、宮中儀式，不久成為薰物流行於貴族間，再廣傳民間。蒐集各種香物，設計調合，薰起製成的香而比賽。香料配合的種類、比率、調香方法、技術為秘傳而不公開。平安朝的時代流行優雅的薰物遊戲，却在源平、南北朝、足利時代的戰亂中被人遺忘，不過，宮廷、寺院仍秘傳薰物的製法，薰物調香技術為日本特有，成為後世香道的起源。

香道的始祖三條西實隆為足利時代的公卿，學問與歌道均優，其家集「雪玉集」很有名，常被用為史料的「實隆公記」也是他的忠實日記，有60餘卷的寶貴記錄，他也職掌宮中御香所預，管理香的行事，精於調香之道。

足利義政也愛好香，常舉行調香比賽，薰物是把各種香料作成粉末，以蜜、梅肉練固成調合香料，但當時較喜好自然狀態的香木香。名香收集家佐佐木道譽也是焚起1種1支名香，陶然其中。三條西實隆、足利義政都好聞香，聞香是奇妙的表現，但日本人都能很自然地接受，以

禪心品香。道譽擁有 200 種類的古今名香，不久轉到義政的手中。義政的兵學師範志野宗信向三條西實隆學習香道，不久就推展新香道，義政在宗信的指導下學習香道，深入研究。宗信研究義政所持有道譽的名香，判定分別成「六國五味」，以香木產出國地名分別香木，或用味覺上的表現法鑑別特有的香氣。

下學一例

伽羅	辛
羅國	甘
真南蠻	酸
佐曾羅	鹹
寸聞多羅	苦
真那加	無味

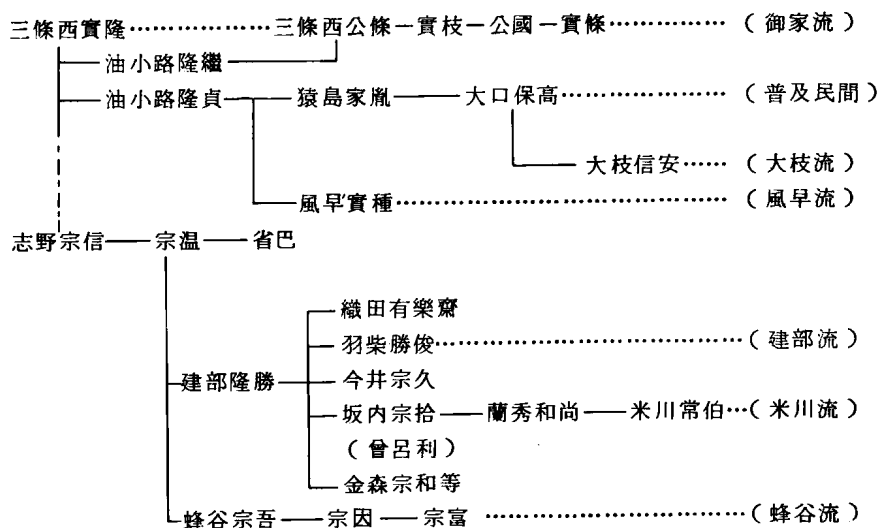
任何種類的香木都可用六國五味判定法分別，但同一產出國也有多種香木，同種類的香木香氣也有微妙的差異，此分別法只是以印象為中心的方便法而已。三條西家直系的御家流對六國五味的分別機微只有口傳、心傳，認為香的聞法若非無私就無回應，乍見似不合科學，其實也只有一心不亂地聞香或無心地聞香，才能把握真香，所謂香道通禪的精神即指此點。

日本的香道始於三條西實隆、志野宗信、佐佐木道譽的研究，由當權者足利義政推進。表 1.1 為香道諸流派的系譜，香道經戰國時代，傳到豐臣、德川時代。江戶時代流行於公家、大名、民間。富家女出嫁前都須學習茶道、華道、書道、香道。明治以後，比起茶道、華道的普及，香道衰微，被大眾遺忘，原因是香道太流於形式，陷於貴族趣味，香道會的競技要素過剩，而且所用的香貴重而不易取得。香有通禪心的深度，在日本的風流情緒下被喜愛，但在現代的普及程度不如茶道或華道，但百貨公司的一角必有香的賣場，喜愛香的年輕人漸增。

日本的香料歷史比西歐獨特，風雅而自成一派，明治、大正以後，歐洲發達的香料隨西歐文明流入，用於化粧品、藥用、食品及各種目的，需要量年年增加。

1-2 香料化學的進步

表 1-1 日本香道各流派的系譜



1-2-1 古代的香料製造

古代的印度、波斯、東方各國、希臘、埃及生產各種香料。把植物的果實或種子、花、蕾、枝、葉等浸入脂肪或脂肪油加溫，使芳香成分移到油脂中，製造香油。或把花浸入酒中，抽出芳香成分，過濾後加熱濃縮。紀元前7世紀，亞歷山大有很多香料製造工廠，雅典也盛行製造香料。已有現仍通用的芳香抽出法、調香技術、保香技術，科學評價也高。

1-2-2 香料化學的起源

古代印度、波斯已進行簡單的蒸餾，香料化學可說始於有香物質的分別，中世紀的蒸餾法進步，香料的製造已具工業形態。13世紀以前，蒸餾也只採取溶解有香物質的芳香水，未利用不溶於餾出液的香油或結晶，後來蒸餾技術進步，可分離各種芳香油。

16世紀已蒸餾170種精油，香料製造工業大獲發展，當時對香粧品或醫藥品製造技術有貢獻的是藥局的藥劑師。