

## 蘇合香의 규격 설정을 위한 연구

김정훈<sup>1#</sup>, 이금산<sup>2#</sup>, 이승호<sup>3</sup>, 주영승<sup>4\*</sup>

1 : 부산대학교 한의학전문대학원 약물의학부, 2 : 원광대학교 한의과대학 본초학교실  
3 : 우석대학교 한의과대학 병리학교실, 4 : 우석대학교 한의과대학 본초학교실

### Study on the quality assessment of Liquidambaris Storax

Jung-Hoon Kim<sup>1#</sup>, Guemsan Lee<sup>2#</sup>, Seung-Ho Lee<sup>3</sup>, Young-Sung Ju<sup>3\*</sup>

1 : Division of Pharmacology, School of Korean Medicine, Pusan National Univ.  
2 : Department of Herbology, College of Korean Medicine, Wonkwang Univ.  
3 : Department of Pathology, College of Korean Medicine, Woosuk Univ.  
4 : Department of Herbology, College of Korean Medicine, Woosuk Univ.

### ABSTRACT

**Objective** : Liquidambaris Storax, the processed resin of *Liquidambar orientalis* Mill., has been therapeutically used as orifice-opening medicinals in Korean Medicine. However, unauthenticated resinous drugs from various origins were sold as Liquidambaris Storax. This study aimed to establish the quality assessment of genuine Liquidambaris Storax and to provide quantitative differences of Liquidambaris Storax in herbal markets.

**Methods** : Bibliographic research on ancient Liquidambaris Storax was performed using classic books of herbology. The quality assessment was approached by searching modern books of herbal medicines. The marker compounds in Liquidambaris Storax from various origins were quantitatively analyzed using high-performance liquid chromatography.

**Results** : *L. orientalis* was botanically characterized by palmately 5-lobed shape of leaves. Genuine Liquidambaris Storax was recognized as resinous or semi-solid form (ancient-Song dynasty) to liquid form (Myeong/Cheong dynasty) and two processed forms were available in current markets. Genuine liquid Liquidambaris Storax should be lengthened as a thread when it was lifted by a stick and be sunken under the water. The crystals of cinnamic acid was seen under microscopic observation and the scent of benzaldehyde occurred after the treatment with potassium permanganate. Cinnamyl alcohol, cinnamic acid, and cinnamaldehyde were quantified in two liquid samples of Liquidambaris Storax, while cinnamaldehyde was not quantified in resinous (semi-solid) sample.

**Conclusion** : This study presents the detailed methods of quality assessment for genuine Liquidambaris Storax as well as the status in the herbal markets. Further quantitative study with diverse samples is required to establish the quality standard of Liquidambaris Storax.

**Key words** : Liquidambaris Storax, *Liquidambar orientalis*, identification, quality assessment, quantitative analysis

\*Corresponding author : Young-Sung Ju, Department of Herbology, College of Korean Medicine, Woosuk University, 61 Seonneomeo 3 gil, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeonbuk, 54986, Republic of Korea.

· Tel : +82-63-290-9027 · Fax : +82-63-291-9312 · E-mail : jys9875@woosuk.ac.kr

#First author : Jung-Hoon Kim, Division of Pharmacology, School of Korean Medicine, Pusan National University, 49, Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan-si, Gyeongnam, 50612, Republic of Korea.

· Tel : +82-51-510-8456 · Fax : +82-51-510-8456 · E-mail : kmsct@pusan.ac.kr

Guemsan Lee, Department of Herbology, College of Korean Medicine, Wonkwang University, 460 Iksandae-ro, Iksan-si, Jeonbuk, 54538, Republic of Korea.

· Tel : +82-63-850-6985 · Fax : +82-63-850-6985 · E-mail : rasfin@wku.ac.kr

· Received : 28 Dec 2020 · Revised : 07 Jan 2021 · Accepted : 25 Jan 2021

## I. 서론

최근 들어 주요 치료 수단 뿐만 아니라 치료보조 수단으로써 천연한약물에 대한 관심이 증대 되고 있고, 다양한 한약 유래 제품들이 시중에 등장하면서 원료로 사용된 한약재의 정품 여부에 대한 논란이 끊임없이 제기되고 있다. 이러한 논란의 근간에는 약물의 효능을 극대화시키고자 하는 노력이 그 바탕으로 이루고 있고, 이는 다양한 재료가 약료로써 활용되기 시작한 초기의 약물효능 성립 단계부터 현재에 이르기까지 여전히 해결되지 않은 채 이어지고 있다. 한약재가 약물의 원료로 사용되는 상황 하에서 원료 한약재의 정확한 기원 설정은 한약재의 품질과 관련된 여러 가지 논란을 해결할 수 있는 핵심적인 열쇠로, 특히 한약재 오용으로 인한 문제, 예를 들면 白首烏의 기원식물인 은조롱과 이의 위품인 이엽우피소 간의 혼입 문제와 같은 한약재 오용 및 위품 혼입과 같은 문제가 발생할 때마다 원료 한약재의 정확한 기원 설정에 관한 필요성은 어김없이 등장하고 있다.

한약재 사용빈도가 높고 국가 공정서에 한약재의 품질 규격을 설정한 한국, 중국, 일본 등 동북아시아 3개 국가에서는 한약재의 정확한 사용을 위해 끊임없이 공정서를 개정·보완<sup>1,2)</sup> 함으로써 한약재의 품질을 제고하기 위해 노력하고 있다. 이에 더하여 한약재의 기원설정에 관한 여러 연구들이 끊임없이 수행<sup>3,4)</sup>되고 있다. 그러나 이와 같은 국가적 및 개인적인 노력에서 불구하고 실제 유통시장에서는 한약재의 위품·대체품·불량품 등이 끊임없이 새롭게 만들어지고 있고, 이는 곧 한약재 유통시장의 혼란으로 이어지고 있다. 특히, 한약재 감별연구는 대부분 사용빈도수가 높은 한약재에 집중되었고, 이로 인해 한약재의 주된 소비국인 한국, 중국, 일본에서 생산되지 않거나 희소한 한약재는 공정서에 기록된 내용과는 완전히 다른 한약재가 유통되거나 한약재의 품질이 현격하게 저하되는 등의 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제는 한약재 공급자와 및 소비자 모두에게 한약재에 대한 신뢰도를 저하시키는 결과를 야기하고 있고, 특히 蘇合香도 이러한 문제를 내포하고 있는 한약재에 해당한다.

蘇合香은 알팅기아과(Altingiaceae) 또는 조록나무과(Hamamelidaceae)에 속한 터기풍나무(소합향나무, 蘇合香樹) *Liquidambar orientalis* Mill.의 줄기에서 삼출되는 방향성樹脂를 가공 및 정제한 것<sup>5,6)</sup>으로, 開竅藥에 속<sup>7)</sup>하는 대표적인 한약재이다. 性味는 溫辛<sup>8-13,15,16,18-20)</sup>하고 心脾經에 歸經<sup>11,13,15,18,20)</sup>하며, 開鬱<sup>8-13,15,16,18,19)</sup>, 豁(祛)痰<sup>8-11,13,19)</sup>, 行氣止痛<sup>11,12,15,16,18,19)</sup>, 開鬱<sup>8)</sup>, 醒神<sup>18)</sup>의 효능으로 卒然昏倒, 痰壅氣厥, 心腹(胸腹)急痛 驚癇<sup>8,11,15,19)</sup>, 溫瘧, 疥癬, 凍瘡<sup>8,11)</sup> 등에 응용한다.

蘇合香은 소아시아남부 터기가 주산지<sup>21)</sup>로, 그 외 인도와 중국의 華南(廣西) 지방에서 산출된다고 기록<sup>22)</sup>되어 있다. 그러나 인도와 중국의 華南(廣西)에는 실제 존재하지 않음에도 불구하고, 이곳에서 생산하였다고 표기한 가공품이 유통시장의 대부분을 차지하고 있어 혼란을 일으키고 있다. 저자는 터키 및 그리스의 재배지를 답사(2016년 4월)하여 이곳의 생산품이 프랑스를 비롯한 여러 나라에 향수 등의 원료로서 독점적으로 공급되고 있음을 현지에서 확인하였다.

본 연구에서는 본초 고문헌에 시대별로 기술된 蘇合香의 기원 및 특징을 고찰하였고, 공정서 및 한약재 관련 서적에 제시

된 내용을 바탕으로 소합향의 품질 규격에 대한 기준을 정리하였다. 또한 터키 현지에서 채취한 蘇合香 시료와 蘇合香 유통품을 확보하여 각각의 형태 및 함유된 성분의 함량을 비교하여 蘇合香의 유통현황을 파악하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 蘇合香의 연원에 관한 고문헌 검색

蘇合香의 연원과 품질에 대한 기록이 있는 《名醫別錄(秦漢代)》<sup>23)</sup>, 《本草經集註(南北朝梁代)》<sup>24)</sup>, 《新修本草(唐代)》<sup>25)</sup>, 《本草圖經(宋代)》<sup>26)</sup>, 《證類本草(宋代)》<sup>27)</sup>, 《湯液本草(金元代)》<sup>28)</sup>, 《本草品彙精要(明代)》<sup>29)</sup>, 《本草綱目(明代)》<sup>30)</sup>, 《本草詳節(明末—清代)》<sup>31)</sup>, 《本草徵要(明末—清代)》<sup>32)</sup>, 《本草匯言(明代)》<sup>33)</sup>, 《本草易讀(清代)》<sup>34)</sup>, 《本草備要(清代)》<sup>35)</sup>, 《本經逢原(清代)》<sup>36)</sup>, 《本草從新(清代)》<sup>37)</sup>, 《本草求真(清代)》<sup>38)</sup>, 《本草述鉤元(清代)》<sup>39)</sup>, 《漢藥良劣鑑別法(日本)》<sup>40)</sup> 등의 서적을 검색하였다.

### 2. 蘇合香의 품질 규격에 관한 문헌 검색

蘇合香의 기원, 기원 식물 및 약재 성상, 가공 공정, 정성 반응 등 품질 규격에 관한 설정을 위해 대한민국의약품(생약)규격집(2020년판)<sup>5)</sup>, 中華人民共和國藥典(2015년판)<sup>6)</sup>, 원색한약재감별도감<sup>1)</sup>, 한약재관능검사지침(IV)<sup>2)</sup> 등의 공정서와 본초학교재<sup>7)</sup>, 운곡한약재의 기원 및 산지 총람<sup>4)</sup>, 中藥大辭典<sup>8)</sup>, 中藥鑑定學(1988)<sup>9)</sup>, 中藥鑑定學(1997)<sup>10)</sup>, 中華本草<sup>11)</sup>, 現代實用中藥鑒別技術<sup>12)</sup>, 中國地道藥材鑑別使用手冊<sup>13)</sup>, 新編中藥誌<sup>14)</sup>, 時代本草菜色圖鑑<sup>15)</sup>, 中草藥圖譜(1)<sup>16)</sup>, 常用中藥快速鑒別<sup>17)</sup>, 實用中草藥真假鑑別彩色圖鑑<sup>18)</sup>, 中藥鑑定學(2009)<sup>19)</sup>, 中藥飲片鑑別應用圖譜<sup>20)</sup> 등의 서적을 검색하였다.

### 3. 유통 蘇合香 내 지표성분 분석

#### 1) 蘇合香 시료

연구대상인 蘇合香 *Liquidambar Storax* 시료는 직접 채취하거나 유통품을 구입하였다(Table 1). 채취품(Sample-1)은 터키의 재배지에서 기원 식물을 동정한 후 수집한 것이고, 유통품은 중국으로부터 수입된 流動蘇合香(Sample-2,3)과 인도로부터 수입된 고체소합향(Sample-4)을 입수한 것이다. 확보된 시료는 저자가 1차로 동정한 후 우석대학교 한의과대학 본초학교실(sample code: LS-2020-Sample-1~4)에 보관하였다(Figure 1).

#### 2) 시약

HPLC 분석을 위해 지표성분인 cinnamyl alcohol(>97%; Wako Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan), cinnamic acid(*trans*-cinnamic acid, >99%), cinnamaldehyde(>93%) 이상 Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) 등을 구입하여 사용하였다. 분석에 사용한 HPLC 등급의 methanol, acetonitrile과 water는 J.T. Baker Inc(Center Valley, PA, USA)에서 구입하였고, trifluoroacetic acid(TFA)는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

Table 1. The sample list of StyraX Liquides

Code	Herbal name	Source	Location
Sample-1	Liquidambaris Storax (resin)	<i>Liquidambar orientalis</i>	Turkey (collected from natural habitat)
Sample-2	Liquidambaris Storax (liquid)	unknown	China (collected from Gyeongdong herbal market)
Sample-3	Liquidambaris Storax (liquid)	unknown	China (collected from Kwangmyungdang Medicinal Herbs)
Sample-4	Liquidambaris Storax (solid)	unknown	Delhi, India

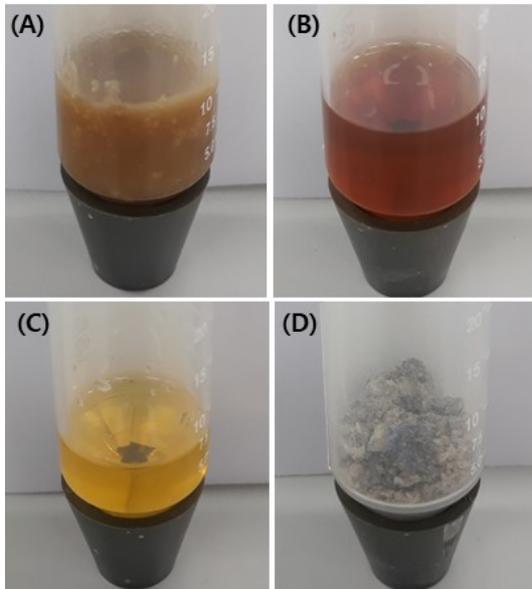


Figure 1. The samples of Liquidambaris Storax. (A) Sample 1 (Liquidambaris Storax from Turkey, resin), (B) Sample 2 (Liquidambaris Storax from China, liquid), (C) Sample 3 (Liquidambaris Storax from China, liquid), (D) Sample 4 (Liquidambaris Storax from India, solid).

## 2) 시약

HPLC 분석을 위해 지표성분인 cinnamyl alcohol (>97%; Wako Pure Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan), cinnamic acid (*trans*-cinnamic acid, >99%), cinnamaldehyde (>93%) (이상 Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) 등을 구입하여 사용하였다. 분석에 사용한 HPLC 등급의 methanol, acetonitrile과 water는 J.T. Baker Inc(Center Valley, PA, USA)에서 구입하였고, trifluoroacetic acid(TFA)는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

## 3) HPLC 분석조건

蘇合香 내 성분의 정량분석에는 auto-sampler, degasser, quaternary solvent pump, 및 diode-array detector(DAD)로 구성된 Agilent 1200(Agilent Technologies, CA, USA)이 사용되었다. 3가지 성분의 분리를 위해서 CAPCELL PAK C<sub>18</sub> column(250 × 4.6 mm, 5 μm; Shiseido, Japan) 컬럼이 사용되었고, 분석온도는 35℃를 유지하였다. 시료의 주입량은 10 μl이었고, UV 검출기의 파장은 250 nm(cinnamyl alcohol), 280 nm(*trans*-cinnamic acid), 290 nm(cinnamaldehyde)로 설정하였다. 이동상의 유속은 1.0 ml/min로 설정하였고, (A) 0.1% TFA in water, (B) acetonitrile을 사용하여 기류기 용

리법을 이용하여 0분-23분까지 (B)용매 비율을 30%-80%로 변화시켰고, 이후 2분 동안 유지 후, 다시 (B)용매의 비율을 30%로 유지하도록 설정하였다.

## 4) 표준용액 및 검액 조제

Cinnamyl alcohol, *trans*-cinnamic acid, cinnamaldehyde 등 3가지 성분의 무게를 정확히 측정하고 메탄올에 녹여 각각 1000 μg/ml 농도의 stock solution을 조제하여 4℃에 보관하였다. 사용 전에 희석하여 working solution을 조제하여 사용하였다.

각 蘇合香 시료를 200 mg씩 칭량하여 methanol 1 ml을 첨가 후 초음파추출기(Power Sonic 520; Hwashin Tech, Daegu, Korea)를 이용하여 30분 동안 추출하였다. 추출액을 원심분리한 후 상등액의 일부를 1.5 ml microtube에 옮긴 후 질소농축기(MGS-2200; Eyela, Miyagi, Japan)를 이용하여 용매를 증발시켰다. 용매가 증발된 농축물에 HPLC 등급 methanol을 추가하여 5000 μg/ml의 농도로 검액을 만든 후 0.2 μm syringe filter(BioFact, Daejeon, Korea)로 여과하여 검액으로 사용하였다.

## 5) 검량선 작성

3개의 성분에 대한 stock solutions을 7개의 농도 범위로 희석하여 working solution을 만든 후, 위의 조건에서 설정된 HPLC 분석법에 의해 분석하였다. 각 working solution 내 3개 성분 각각의 농도와 이에 대한 peak의 면적값을 바탕으로 검량선을 만들었다. 작성된 검량선은 상관계수(correlation coefficient,  $r^2$ )를 구하여 직선성을 판단하였다. 각 성분의 검출한계(limit of detection, LOD) 및 정량한계(limit of quantification, LOQ)는 신호 대 잡음비(signal to noise ratio)가 각각 3과 10인 농도로 계산하였다.

# III. 결과 및 고찰

## 1. 蘇合香的 연원에 관한 본초 문헌 고찰

蘇合香은 秦漢代의 《名醫別錄》에 ‘味甘, 溫, 無毒. 主辟惡, 殺鬼精物, 溫瘧, 蟲毒, 癰瘡, 去三蟲, 除邪, 不夢, 忤魘, 通神明. 久服輕身長年’으로 기록된 것이 최초이고<sup>23)</sup>, 이후 《本草經集註》에서 ‘속세에서 사자의 분변이라고 하나 이는 낭설이다. 서역으로부터 왔으며 진품을 구별해내기 어렵고 복용약으로는 쓰지 않으며 오로지 좋은 향으로 공급된다(世傳云是獅子屎, 外國說不爾. 今皆從西域來 眞者難別, 亦不復入藥, 唯供合好香

爾)<sup>24)</sup>고 하여 이 당시까지는 한약재로서의 자리가 완전히 잡히지 않았음을 알 수 있다.

唐代的《新修本草》에는 위의 두 책을 인용한 뒤 ‘이 향은 서역을 거쳐 곤륜으로 들어 왔다. 단향(檀香)의 자색(紫色)과 비슷한 자적색(紫赤色)이다. 단단하고 실하며 아주 향이 그윽하다. 돌과 같이 무거운데 태우면 회백인 것이 좋다(此香從西域及崑崙來，紫赤色，與紫真檀相似，堅實，極芬香，惟重如石，燒之灰白者好)’고 하여 그 연원을 덧붙였다<sup>25)</sup>. 이를 볼 때 이 시기의 蘇合香은 고체 상태인 것이 유입이 된 것으로 보인다.

宋代的《本草圖經》에는 沈香的 조문 아래 《抱朴子》와 《梁書》를 인용한 뒤 ‘蘇恭이 언급(新修本草)한 것은 이제는 볼 수 없다. 광남(廣南)에 비록 이것이 있다고 하는데, 이는 소목(蘇木)과 같은 종류로 향기가 없다. 약물 중에서는 오로지 끈적한 기름(膏油)같은 것을 사용하는데, 이는 향기가 매우 강렬하다. 陶弘景(本草經集註)이 언급한 사자의 분변이라는 것은 또한 이 끈적한 기름을 말하는 것이다 … 梁書에서 말하길 천축(인도)에서 나는 소합향은 무릇 향즙을 끓인 것이고 자연에서 난 것이 아니다. 또한 이르기를, 대진국(로마)에서 나는 소합향은 먼저 그 즙을 끓인 후 향고(香膏)로 만드는데 장사치가 그 찌꺼기를 판 것이 중국에 전해지다 보니 향이 많이 나지 않는다. 이러한 즉 광남에서 판다는 것이 제련하고 남은 것이 아니겠는가? 이제 끈끈한 기름(膏油)을 사용하니, 곧 그것들을 합하여 이루어진 것일 뿐이다. 혹 이르기를, 사자의 분변이라 하는 것은 또한 서역의 초목껍질의 즙으로 만드는 것이니 이는 오랑캐가 가격을 높게 받으려고 이름을 꾸민 것일 뿐이다(蘇恭云，此香從西域及崑崙來，紫色，與真紫檀相似，而堅實，極芬香，其香如石，燒之灰白者好，今不復見此等。廣南雖有此，而類蘇木，無香氣，藥中但用如膏油者，極芬烈耳。陶隱居以爲是師子矢，亦是指此膏油者言之耳。…《梁書》云，天竺出蘇合香，是諸香汁煎之非自然一物也。又云，大秦國採得蘇合香，先煎其汁，以爲香膏，乃賣其滓與諸人，是以輾轉來達中國者，不大香也。然則廣南貨者，其經煎煉之餘乎。今用膏油，乃其合治成者耳。或云師子矢，亦是西國草木皮汁所爲，胡人欲貴重之，故飾其名耳)’고 보충하여 설명<sup>26)</sup>하였다. 이 기록은 현재 소합향의 생산 방법과 유통 상황과도 아주 흡사하다. 따라서 현재 사용하고 있는 소합향의 연원은 宋代 후기에 정립되었고, 이러한 내용은 北宋의 《證類本草》에 전부 인용<sup>27)</sup>되어 있고, 元代的 《湯液本草》에 ‘…按《梁書》云，中天竺國出蘇合香，是諸香汁煎之，非自然一物也’로 일부가 인용<sup>28)</sup>되어 이러한 내용이 明代 초까지 이어진 것으로 보인다.

明代的《本草品彙精要》에는 ‘끓여 정련하여 만든다(煎煉成)’고 언급하고 더불어 ‘자기 그릇에 보관하고 고(膏)의 형태로 사용하며 꿀과 같은 향이 난다 … 여과하여 찌꺼기를 버린 후 약에 넣는다(收瓷器盛貯，用膏，質類蜂蜜而香 … 制濾去滓入藥)’고 하여<sup>29)</sup>, 蘇合香 약재의 형태가 ‘끈적거리는 점성이 강한 액체’임을 확실하게 표현하였다. 《本草綱目》에는 ‘소합향이라는 이름이 소합국(蘇合國, 당시는 오스만 제국)에서 유래하였다(此香出蘇合國 因以名之)’라고 기록하였고, 여러 서적에서 ‘蘇合油’라는 용어로 기름(油)의 형태로 기술되어 있음을 정리하였으며(《寶字志》云，蘇合油出安南，三佛齊諸國。樹生膏，可爲藥，以濃而無滓者爲上。葉廷珪《香譜》云，蘇合香油出大食國，氣味皆類篤耨香。沈括《筆談》云，今之蘇合香赤色如堅木，

又有蘇合油如鱗膠，人多用之), ‘소합유(蘇合油)’가 기록된 《太平惠民和劑局方》의 蘇合香丸을 기재<sup>30)</sup>하였다. 동 시대의 薛己는 《本草詳節》에서 ‘향고(香膏)와 향즙을 끓여 합친 것(生西域，彼國採煎其汁爲香膏，餘滓貨與諸國。一云系諸香汁，煎合而成)’의 두 가지가 있음을 기록<sup>31)</sup>해 두기도 하였는데, 이 또한 현재의 유통 상황과 비슷하다.

明末—清初의 시기에는 蘇合香을 대체로 소합유(蘇合油)로 인식하고 있었으며, 李中梓은 《本草徵要》에서 沈括(宋代, 1031—1095)의 말을 빌어 ‘소합유는 새나 벌레를 잡을 때 쓰는 끈끈이와 같은데 젓가락으로 휘저어서 끌어올리면 실이 매달리는 것처럼 끊어지지 않는 것이 진품이다(沈括云，蘇合油，如鱗膠，以箸挑起，懸絲不斷者眞也)’고 기록<sup>32)</sup>하기도 하였으며, 동일한 기록이 후대의 다른 서적에서도 보이기도 한다. 기타 明末—清代의 소합향에 대한 기록은 《本草匯言》에서 ‘…又一說云：廣州亦有蘇合香 但類蘇木 無香氣 煎汁如膏油者 極芳烈而香 色黑狀如獅子矢也。又《梁書》云：中天竺國出蘇合香 是諸香汁煎成 非自然一物也。又一說云：蘇合香 出安南三佛齊諸番國 樹生膏脂 以濃而無滓者爲佳…’<sup>33)</sup>, 《本草易讀》에서 ‘…俗傳蘇合香是獅子屎 則謬矣。其膏名蘇合油…’<sup>34)</sup>, 《本草備要》에서 ‘…出諸番。合眾香之汁煎成。以筋挑起，懸絲不斷者眞’<sup>35)</sup>, 《本經逢原》에서 ‘…其質如鱗膠者爲蘇合油。色微綠如雜斑者良，微黃者次之，紫赤者又次之。以箸挑起徑尺不斷如絲漸漸屈起如鉤者爲上，以少許擦手心香透手背者眞。忌經火’<sup>36)</sup>, 《本草從新》에서 ‘…出諸番。合眾香之汁煎成。故又名蘇合油。形如鱗膠。以箸挑起，懸絲不斷者眞’<sup>37)</sup>, 《本草求真》에서 ‘按香皆能辟惡除邪。此合諸香之氣煎就而成一物 … 以筋挑起，懸絲不斷者眞’<sup>38)</sup>, 《本草述鉤元》에서 ‘從西域及崑崙來，色紫赤如堅檀。極香。性重。燒之灰白。煎其汁爲油。如鱗膠。今概用油。氣甚芬烈 … 又蘇合香油氣味。止有甘溫。不同安息之辛苦而平。故方書治悸。用爲補精氣之助。即蘇合丸集眾香以成。亦必標甘溫品味以爲之主而名之也’<sup>39)</sup> 등으로 기재되어 있는 내용에서 蘇合油의 품질에 대한 기술이 점차 일관되어지는 것을 볼 수 있었다.

한편, 일본의 一色直太郎은 《漢藥良劣鑑別法》에서 ‘회갈색이며 막대기로 찧러보면 찰기가 있고 광택이 없는 것이 좋다(呈灰褐色。以棒搗之。有黏氣而無澤者爲上)’고 기록하였는데<sup>40)</sup>, 소합향이 수분을 다량 함유하면 회색이 짙어진다는 점을 고려하면 당시 일본에서 유통되던 약재의 품질이 낮았던 것으로 판단할 수 있었다.

위와 같은 내용을 볼 때 대체로 宋代에 소합향의 연원이 확립되고 明清代에는 고체와 액체 蘇合香 중에서 후자가 정품으로 인식된 것으로 보인다. 한편, 현재 인도에서 유통되는 고체 상태의 蘇合香은 ‘여러 향즙을 끓여 만든다’는 것에 부합되는 듯 보이나, 현재로서는 그 정확한 연원을 알기 힘들다.

## 2. 蘇合香의 규격에 관한 문헌 고찰

### 1) 蘇合香의 기원 및 산지

蘇合香의 이름은 ‘此香出蘇合國(이란-소련에서 불렀던 옛 이름) 因以名之’에서 연유한 것으로, 기원식물은 터키풍나무(소합향나무, 蘇合香樹) *Liquidambar orientalis* Mill.<sup>5,6)</sup>이다. 터키의 남서부에 위치한 몰라 주의 무글라(Mugla)라는 지역이 주요한 생산지이고<sup>21)</sup>, 기원식물은 소아시아남부<sup>8,11,14-16)</sup> 인

터키<sup>9-18</sup>, 시리아북부<sup>9-12,14-18</sup>, 이집트<sup>9,10,12,17,18</sup>, 소말리아와 페르시아만의 주변국<sup>9,10,12</sup> 등에 분포한다. 기타로 아프리카와 인도<sup>13</sup>에 분포하는 것으로 기록되어 있다. 한편 본 식물은 중국의 廣西<sup>8-12,15</sup>와 雲南<sup>9,10,12</sup>에서引種하여 재배한다고 기록되어 있으나, 현지 기록에서는 확인되지 않는데 이는 아마도 유사종에 대한 잘못된 기록으로 추정된다. 그 밖에 同屬 식물인 미국풍나무(北美楓香樹) *L. styaciflua* 등이 소합향나무의 자생지(터키 등)에서는 공존하였다.

2) 蘇合香 기원식물의 성상

낙엽교목<sup>8-11,14-18</sup>으로서 높이는 10-15 m에 달한다<sup>8-11,14,17,18</sup>. 가지는 아주 많고 잎은 호생하며 掌狀 5裂<sup>8-11,14-18</sup>하며 卵形 혹은 長方卵形<sup>8,9,11,14-18</sup>으로 잎끝은 急尖하고 基部는 心形이며 鋸齒가 있고 葉柄은 길다<sup>8-11,14-18</sup>. 꽃은 작고 單性<sup>8-11,14-18</sup>이며 雌雄同株<sup>8,10,11,14-18</sup>로서 여러 개가 모여 圓頭狀花序<sup>8,9,11,14-18</sup>를 이루고 葉腋에 붙으며<sup>8-10</sup> 어린 꽃은 黃綠色<sup>8,9,11,14-18</sup>이다. 과실은 蒴果로서 圓球狀이며 직경 2.5 cm이고 先端은 喙狀<sup>8,9,10,11,14,15,16,17,18</sup>이며 익으면 끝이 開裂<sup>8-11,14-18</sup>한다. 종자는 1-2개<sup>8-11,14-18</sup>로서 平평<sup>8,11,14-17</sup>하다.

한편 비슷한 식물로 자연상태에서 구분에 혼란을 보이고 열매가 노로통(路路通)이라는 이름으로 유통되고 있는 풍나무(楓香樹) *L. formosana*와의 감별기준은 다음과 같다(Figure 2).

1. 잎이 掌狀으로 3갈래로 갈라진다. ----- 蘇合香樹 <i>Liquidambar orientalis</i>
1. 잎이 掌狀으로 3갈래로 갈라진다. ----- 楓香樹 <i>L. formosana</i>

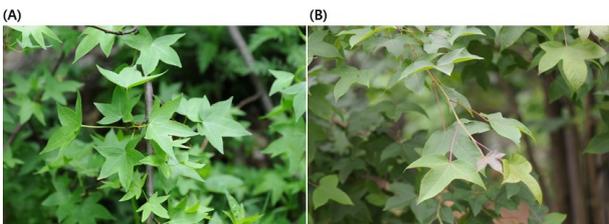


Figure 2. Leaf shapes of *Liquidambar orientalis* (A) and *L. formosana* (B).

3) 蘇合香의 종류 및 精製 방법

蘇合香은 천연품인 粗品蘇合香(또는 初製蘇合香)과 이를 精製하여 한약재로 유통되는 流動蘇合香으로 나뉜다<sup>7,9-11,16</sup>.

- ① 粗品蘇合香 : 樹齡 3-4년의 蘇合香나무를 초여름(5-8월)에 樹皮에서 木部까지 상처를 내어 분비되는 樹脂가 樹皮에 浸潤하게 하였다가 가을에 나무를 베어서 樹皮를 벗긴 후 눌러서 짜낸 香樹脂(1차제품-천연품)의 이름이다.
- ② 流動蘇合香 : 粗品蘇合香 혹은 粗品蘇合香 제조 과정에서 짜낸 찌꺼기에 물을 넣고 끓인 후 다시 짜낸 것을 가공한

것이다. 이를 95% 에탄올에 용해시켜 여과한 후 여과액의 에탄올을 증류시켜 제거하는 精製과정을 거친 것을 말하는데, 2차 제품인 가공품으로 精製蘇合香이라고도 부른다.

4) 蘇合香의 약재성상 및 감별특징

- ① 粗品蘇合香 : 樹脂상태의 천연품으로서 딱딱하며 끈끈한 점액이 모인 덩어리로서 회갈색바탕에 부분적으로 짙은 색깔과 반짝이는 부분이 있다.
  - ② 流動蘇合香 : 半流動性的 액체로서 황백색<sup>1,2,5,6,8-20</sup>, 회갈색<sup>1,2,8-10,15,17,18</sup> 혹은 暗棕色<sup>6,11-20</sup>으로 반투명하고 끈적끈적<sup>1,2,5,6,8-20</sup>하고 막대로 찍어서 당기면 끈끈하며 길게 실과 같이 늘어진다<sup>1,2,5,8-12,15,17-19</sup>. 또한 물보다 무거워서 물에 가라앉으며<sup>1,5,8-11,14-19</sup>, 특유한 芳香<sup>1,2,5,6,8-20</sup>이 있다. 맛은 (약간) 맵고<sup>1,2,5,6,8-12,14-19</sup> 쓰며<sup>1,2,5,6,8-12,14,15,16,19</sup> 조금 달다<sup>1,2,6,8</sup>. 씹으면 치아에 달라붙는다<sup>9-12,15,19</sup>.
- 아울러 蘇合香 정품과 위품/혼입품(잡질이 섞인 것)의 주요 감별점은 다음과 같다<sup>11,12,18</sup>.

- 蘇合香을 조금 주석호일위에 놓고 불에 태우면 얇은 모양(稀薄狀)을 나타낸다.
- 蘇合香을 조금 손바닥에 놓고 비벼서 마찰시키면 향기가 손등까지 미친다.
- 蘇合香을 불에 태우면 油質이 연소되면서 폭발음이 나고 강한 향기(진한 송진냄새)가 나는 것이 진품이다.

5) 蘇合香의 정성(定性) 반응

- ① 蘇合香은 90% 에탄올과 클로로포름<sup>5,6,11-13,16,20</sup>, 이황화탄소와 빙초산<sup>6,11-13,16,20</sup>에 용해되며, 에테르에서도 용해된다<sup>5,6,11-13,16,20</sup>.
- ② 蘇合香을 슬라이드에 올려 놓고 약간 가열 후 냉각시켜 현미경으로 보면 cinnamic acid조각 혹은 작은 봉모양의 결정물이 보인다<sup>9,12,19</sup>.
- ③ 蘇合香 소량(1 g)에 가는 모래(細砂) 3 g을 섞고, 5 ml의 potassium permanganate을 넣은 후 약한 불로 가열하면 benzaldehyde 향기가 난다(styrene과 cinnamic acid 검사)<sup>6,9,11-14,20</sup>.
- ④ 蘇合香 약 2 g을 시험관에 넣고 petroleum ether를 5-10 ml 첨가하여 흔들어 놓아둔 후 기울이면 petroleum ether층이 나타난다. 여기에 다시 같은 양의 copper acetate 용액(5→1000)을 넣고 흔들면 petroleum ether층이 없어지고 녹색을 나타낸다<sup>9,12</sup>.

3. 蘇合香 시료 내 지표성분 함량 분석

1) 蘇合香 시료의 지표성분 확인

中華人民共和國藥典(2015년판)<sup>6)</sup>과 이전 연구<sup>41)</sup>에서 보고된 蘇合香의 지표성분인 cinnamic acid(*trans*-cinnamic acid)와 이에 추가하여 cinnamyl alcohol과 cinnamaldehyde에 대한 HPLC-DAD 분석조건을 확립한 결과, 위 세 가지 성분이 각각 머무름시간 9.4분, 9.6분, 12.1분에 검출되는 것을 확인하였다(Figure 3A). 이를 통해 4개의 소합향 시료

(Sample-1~4)의 methanol 추출물을 분석한 결과, Sample-2와 Sample-3에서는 위 세 가지 성분이 모두 검출된 반면, Sample-1에서는 cinnamyl alcohol과 cinnamic acid만 검출되었고, Sample-4에서는 설정된 세 가지 지표성분이 모두 검출되지 않았다(Figure 3B-3E).

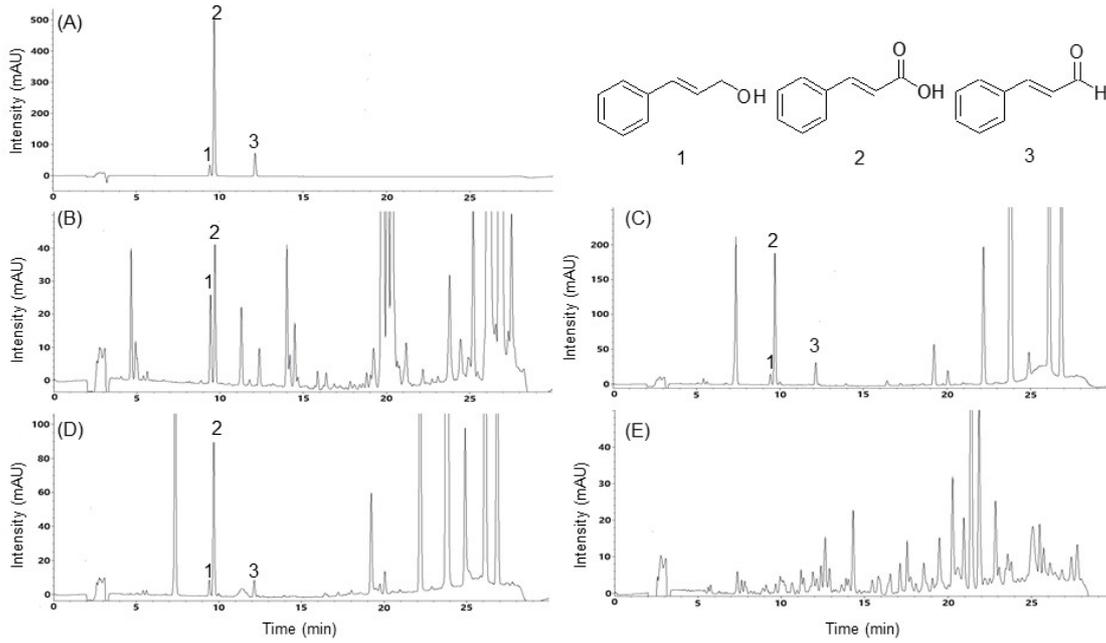


Figure 3. Chromatograms of three marker compounds (A), and the methanol extracts of Sample 1 (B), Sample 2 (C), Sample 3 (D), and Sample 4 (E) which were detected at the UV wavelength of 280 nm. 1, Cinnamyl alcohol; 2, cinnamic acid; 3, cinnamaldehyde.

2) 蘇合香 시료 내 지표성분 함량 측정

Cinnamyl alcohol, cinnamic acid 및 cinnamaldehyde 농도별 혼합액을 이용하여 검량선을 작성한 결과, 세 가지 성분의 검량선은 농도 범위 내에서 상관계수( $r^2$ )가 0.9993-0.9997을 나타내 직선성이 확인되었고, 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 각각 0.021-0.028  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 과 0.068-0.093  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 으로 확인되었다(Table 2).

작성된 검량선을 바탕으로 각 蘇合香 시료 내 세 가지 성분의

함량을 측정한 결과, cinnamyl alcohol의 함량은 Sample-2와 Sample-3보다 Sample 1에서 각각 1.8배 및 3.0배 정도 높게 측정되었다. Cinnamic acid는 Sample-1과 Sample-3보다 Sample-2에서 각각 6.2배 및 2.3배 정도 높게 측정되었다. Cinnamaldehyde는 Sample-3보다 Sample-2에서 약 3.8배 높게 측정되었고, Sample-1에서는 검출되지 않았다. Sample-4에서는 세 가지 성분이 모두 검출되지 않아서 함량 측정이 불가능하였다(Table 3).

Table 2. Linear equation, linear range, correlation coefficients ( $r^2$ ), limit of detection, and limit of quantification for the marker compounds in the methanol extracts of Liquidambaris Storax

Compound	Regression equation	Linear range ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	$r^2$	LOD ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	LOQ ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
Cinnamyl alcohol (250 nm)	$y = 82.683x + 74.467$	2.34-150.00	0.9993	0.022	0.073
Cinnamic acid (280 nm)	$y = 79.92x + 87.529$	2.34-150.00	0.9993	0.028	0.093
Cinnamaldehyde (290 nm)	$y = 107.35x + 10.791$	0.33-21.00	0.9997	0.021	0.068

y, peak area (mAU); x, concentration of compound ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ); LOD, limit of detection; LOQ, limit of quantification.

Table 3. Average contents (mg/g) of three marker compounds in the methanol extracts of Liquidambaris Storax

Compound	Average content (mg/g)			
	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
Cinnamyl alcohol	5,647 $\pm$ 0,027	3,105 $\pm$ 0,009	1,839 $\pm$ 0,004	-
Cinnamic acid	0,422 $\pm$ 0,005	2,644 $\pm$ 0,007	1,152 $\pm$ 0,002	-
Cinnamaldehyde	-	0,464 $\pm$ 0,014	0,122 $\pm$ 0,001	-

The average content is represented as mean  $\pm$  SD. '-', not detected.

위 결과를 통해 수지(樹脂) 상태인 粗品蘇合香(Sample-1)에 함유된 cinnamyl alcohol과 cinnamic acid의 함량이 액상인 流動蘇合香(Sample-2와 Sample-3)에 비해 상당한 차이를 보였고, 특히 cinnamaldehyde는 流動蘇合香 시료에서만 검출되는 것을 확인할 수 있었다. Courel 등<sup>42)</sup>은 시중에서 각각 *L. orientalis*와 *L. styraciflua*로 구성된 Liquidambar resin을 구입 후 가스크로마토그래피-질량분석기(GC-MS)를 이용하여 성분을 분석한 결과, 두 resin 모두 cinnamyl alcohol과 cinnamic acid가 검출되는 것으로 보고하였다. 이에 반해 Kim 등<sup>43)</sup>과 Gurbuz 등<sup>44)</sup>은 시중에서 구입한 *L. orientalis* resin(터키) 및 *L. orientalis* resin(터키)을 증류한 정유를 GC-MS로 분석한 결과, *trans*-cinnamyl aldehyde(cinnamaldehyde)와 *trans*-cinnamyl alcohol이 검출되는 것으로 보고하였다. 蘇合香 시료에 대한 구체적인 정보가 부족하기 때문에 위 선행 연구 결과를 직접 비교하기는 어렵지만, 본 연구결과와 마찬가지로 유통 蘇合香 간에 성분의 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다.

이처럼 유통 蘇合香 시료 간 성분 구성이나 함량에 차이점을 나타내는 원인으로는, 첫째로 粗品蘇合香 시료와 流動蘇合香 시료 간 기원 식물종의 차이를 들 수 있다. 이는 기존 연구에서 *L. orientalis* var. *orientalis*와 *L. orientalis* var. *integriloba*의 잎에서 증류한 정유 간에 휘발성 성분의 구성과 존재율에 차이가 있는 것으로 보고<sup>45)</sup>되어, 비록 변종(var.) 단위이지만 Liquidambar 속(屬) 식물의 종(種)에 따라 성분 구성이 다를 수 있음을 제시하였다. 둘째로 본 연구에서 사용한 蘇合香 채취품(Sample-1)과 流動蘇合香 시료(Sample-2, -3)이 모두 정품이고 기원 식물이 동일하다는 전제 하에, 粗品蘇合香을 流動蘇合香으로 가공 및 정제하는 과정에서 발생하는 성분 간에 화학적인 변화가 성분 구성상 차이의 원인으로 생각할 수 있다. 이전 연구에서 cinnamyl alcohol은 금속 촉매 반응 하에서 탈수소화(dehydrogenation)를 통해 cinnamaldehyde로 산화(oxidation)되는 것으로 보고<sup>46,47)</sup>되었기 때문에, 粗品蘇合香 내에 함유된 잡질의 존재 및 流動蘇合香으로 만드는 과정에 발생하는 가열, 산화 등을 통해 cinnamyl alcohol이 cinnamaldehyde로 변화되었을 가능성도 고려해 볼 수 있다. 이러한 연구 결과는 蘇合香의 정확한 성분 규격 설정을 위해 蘇合香 기원품과 비기원품을 막론한 다양한 시료 수집을 바탕으로 한 이화학적 분석의 필요성이 있음을 의미한다.

#### IV. 결 론

蘇合香의 정확한 품질 규격의 설정을 위해 蘇合香에 대한 본 초 고문헌 고찰, 규격 검토, 채취품과 유통품의 성분 분석 등을 시행한 결과는 다음과 같다.

1. 蘇合香의 기원식물인 터키풀나무(소합향나무, 蘇合香樹) *Liquidambar orientalis* Mill.은 잎이 掌狀으로 5갈래 갈라진다는 점에서 다른 동속근연식물과 다르다.
2. 약재 형태에 있어서, 粗品蘇合香은 딱딱하며 끈끈한 점

액이 모인 덩어리로서 회갈색바탕에 부분적으로 짙은 색갈과 반짝이는 부분이 있는 樹脂(resin)이다. 반면에 流動蘇合香은 황백색 혹은 암갈색으로 반투명하고 끈적 끈적하고 막대로 찍어서 당기면 끈끈하며 길게 실과 같이 늘어지며, 물보다 비중이 높아 물에 가라앉는 精製한 半流動性的의 액체이다.

3. 현미경으로 관찰 시 蘇合香 내에 cinnamic acid 조각이 확인되고, potassium permanganate 처리 후에 benzaldehyde 향이 발생한다.
4. 粗品蘇合香에서는 cinnamyl alcohol과 cinnamic acid가 검출되었고 cinnamaldehyde는 검출되지 않은 반면, 2개의 流動蘇合香 시료에서는 모두 cinnamyl alcohol, cinnamic acid, cinnamaldehyde가 검출되었다. 인도에서 확보한 蘇合香 시료에서는 세 가지 성분이 모두 검출되지 않았다.

본 연구결과와 같이 蘇合香 채취품과 流動蘇合香이 약재 성상 규격에 적합하더라도 구성 성분상 명확한 차이가 나타나기 때문에, 향후 蘇合香의 정확한 규격설정을 위해서 다양한 시료 수집을 바탕으로 한 정량적 기준 제정의 필요성을 제안하는 바이다.

#### References

1. The Korea Food and Drug Administration, Coloured illustrations for discrimination of herbal medicine, Daejeon : Homi books, 2009 : 390.
2. The Korea Food and Drug Administration, The guideline on the visual and organoleptic examination of herbal medicine (IV), Seoul : The Korea Food and Drug Administration, 2010 : 100.
3. Kim YS, Ju YS, Identification of morphological appearance of minute seed herbs using stereoscope (report II), Kor. J. Herbology, 2016 ; 31(4): 61-70.
4. Department of herbology and herbal formula, College of Korean medicine, Woosuk university, A comprehensive survey of the original species and the habitats of herbal mediens in Ungok's herbology, Paju : Korean Studies Information Service System, 2009 : 259.
5. The Ministry of Food and Drug Safety, The Korean Herbal Pharmacopoeia, KFDA Notification No. 2020-73, 2020.
6. The Pharmacopoeia Commission of the Ministry of Health of the People's Republic of China, The Pharmacopoeia of the People's Republic of China, Beijing : China Science and Technology Press, 2015 : 153-154, 164-165.
7. The Korean committee of textbook compilation of

- herbology. The herbology. Seoul : Yeonglimsa, 2013 : 565–566.
8. Xinwenfeng Chubangongsi. Dictionary of Chinese Materia Medica, Taipei : Xinwenfeng Chubangongsi, 1982 : 2784–2785.
  9. Ren RA. Identification of Chinese materia medica. Shanghai : Shanghai Science and Technology Press, 1988 : 528–529.
  10. Lin J, Yu CT, Zhao CL. Identification of Chinese materia medica. Beijing: Traditional Chinese Medicine Classics Press, 1997 : 422–423.
  11. Editorial Board for Chinese Materia Medica, State Administration of Traditional Chinese Medicine of the People's Republic of China. Chinese Materia Medica, volume 3. Shanghai : Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1999 : 747–749.
  12. Zhang GJ. Application of modern technology to the identification of Chinese materia medica. Beijing : People's Medical Publishing House, 2000 : 350–351.
  13. Zhang SJ. Handbook of the identification and application of geo-herb in China. Guangzhou : Guangdong Travel and Tourism Press, 2002 : 532–533.
  14. Xiao PG. Modern Chinese materia medica, volume 3. Beijing : Chemical Industry Press, 2002 : 842–846.
  15. Gao XM, Zhang DQ, Zhang JJ. Illustrated book of modern herbal medicine. Guizhou : Guizhou Science and Technology Publishing House, 2006 : 857.
  16. Xu HH, Liu JM. Illustrated book of Chinese herbal medicine, volume 1. Guangzhou : Guangdong Science & Technology Press, 2007 : 310.
  17. Li GF, Zhang JL. Rapid identification of commonlu used Chinese herbal medicine. Beijing : Traditional Chinese Medicine Classics Press, 2007 : 350.
  18. Yuan Z, Xie Y. Practical illustrated book of authentic identification of Chinese herbal medicine. Beijing : Hualing Publishing House, 2008 : 230–231.
  19. Wang XJ. Identification of Chinese materia medica. Beijing : Higher Education Press, 2009 : 232.
  20. Li XG. Applicable illustrated book of prepared Chinese materia medica. Beijing : People's Military Medical Press, 2010 : 183.
  21. Ickert–Bond SM, Wen J. A taxonomic synopsis of Altingiaceae with nine new combinations. PhytoKeys, 2013 ; 31 : 21–61.
  22. 蘇合香樹. Available at URL: <https://baike.baidu.com/item/%E8%8B%8F%E5%90%88%E9%A6%99%E6%A0%91> (accessed at December 22, 2020)
  23. Tao HJ[陶弘景]. Mingyibielu[名醫別錄]. Liang period, 456–536. In: Shang ZJ, ed. Mingyibielu(Jijiaoben)[名醫別錄(輯校本)]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1986 :4 5.
  24. Tao HJ[陶弘景]. Bencaojingjizhu[本草經集注]. Liang period, 456–536. In: Shang ZJ, Shang YS, ed. Bencaojingjizhu(Jijiaoben)[本草經集注(輯校本)]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1994 : 230.
  25. Su J[蘇頌], et al. Xinxiubencao[新修本草]. Tang period, 659. In: He QH, ed. Xinxiubencao[新修本草]. Taiyuan: Shanxi Science & Technology Press, 2012 : 280.
  26. 26. Su S[蘇頌], et al. Bencaotujing[本草圖經]. Song period, 1061. In : Shang ZJ, ed. Bencaotujing[本草圖經]. Hefei:Anhui Science & Technology Press, 1994 : 342–345.
  27. Dang SM[唐慎微]. Jingshizhengleidaguanbencao[經史證類大觀本草, 大觀本草]. Song period, 1108. In :Shang ZJ ed. daguanbencao[大觀本草]. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 2002 : 454.
  28. Wang HG[王好古]. Tangyebencao[湯液本草]. Yuan preiod, 1289. In: Zhang YP, ed. Tangyebencao[湯液本草]. Beijing: China Medical Science & Technology Press, 2012 : 89.
  29. Liu WQ[劉文泰], et al. Bencaopinhuijingyao[本草品彙精要]. Ming period, 1505. In: Lu Z, Li ZY, eds. Bencaopinhuijingyao[本草品彙精要]. Beijing:China Press of Traditional Chinese Medicine, 2013 : 414.
  30. Li SZ[李時珍]. Bencaogangmu[本草綱目]. Ming period, 1578. In: Z Q, ed. Bencaogangmu(jiaodianben)[本草綱目(校點本)]. Beijing:People's Health Publishing House, 1982 : 1962–4.
  31. Min Y[閔鉞]. Bencaoxiangjie[本草詳節]. Ming period, 1681. In: Zhang XX, ed. Bencaoxiangjie[本草詳節]. Beijing:China Press of Traditional Chinese Medicine, 2015 : 111–2, 114.
  32. Li ZZ. Bencaozhengyao[本草徵要]. Ming period, 1637. In: Bao LF, ed. Lizhongzi Yixuequanshu[李中梓醫學全書]. Beijing:China Press of Traditional Chinese Medicine, 1999 : 138.
  33. Ni ZM[倪朱謨]. Bencaohuiyan[本草彙言]. Ming period, 1624. In: Zheng JS, Zhen XY, Yang MX, ed. Bencaohuiyan[本草彙言]. Beijing:Traditional Chinese Medicine Classics Press, 2005 : 340–1.
  34. Wang A[汪昂]. Bencaoyidu[本草易讀]. Chiong period, 1694. Bencaoyidu[本草易讀]. Taiyuan: Shanxi Science and Technology Press, 2014 : 333–334.
  35. Wang A[汪昂]. Bencaobeiyao[本草備要]. Ching period, 1694. In: Zheng JS ed. Bencaobeiyao[本草備要]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005 : 153.
  36. Zhang L[張璐]. Benjingfengyuan[本經逢原]. Ching

- period, 1695. In: Gu M, Yang YZ, ed. Benjingfengyuan[本經逢原]. Beijing:China Medical Science & Technology Press, 2011 : 172-3.
37. Wu YL[吳儀洛]. Bencaocongxin[本草從新]. Ching period, 1757. In: Qu JF, Dou QH, ed. Bencaocongxin [本草從新]. Tianjin:Tianjin Science & Technology Press, 2003 : 92.
38. Huang GX[黃宮繡]. Bencaoqiuzhen[本草求真]. Ching period, 1769. In: Wang SM, ed. Bencaoqiuzhen[本草求真]. Beijing:China Press of Traditional Chinese Medicine, 1997 : 169.
39. Yang ST. Bencaoshugouyuan[本草述鉤元]. Ching period, 1833. In : Huang X, Cui XY ed. Bencaoshugouyuan Shiyi[本草述鉤元釋義]. Taiyuan: Shanxi Science & Technology Press, 2009 : 638-9.
40. Isshiki N[一色直太郎]. Kanyakuryokanbetsuho[漢藥良劣鑑別法]. Japan, 1929. In: Chen CR ed. Huanghanyixuecongshu[皇漢醫學叢書], v14. Beijing: People's Medical Publishing House, 1955 : 21.
41. Hovaneissian M, Archier P, Mathe C, Culioli G, Vieillescazes C. Analytical investigation of styrax and benzoin balsams by HPLC-PAD-fluorimetry and GC-MS. Phytochem. Anal. 2008 ; 19 : 301-10.
42. Courel B, Adam P, Schaeffer P. The potential of triterpenoids as chemotaxonomic tools to identify and differentiate genuine, adulterated and archaeological balsams. Microchem. J. 2019 ; 147 :411-21.
43. Kim J, Seo SM, Lee SG, Shin SC, Park IK. Nematicidal activity of plant essential oils and components from coriander (*Coriandrum sativum*), oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*), and valerian (*Valeriana wallichii*) essential oils against pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). J. Agric. Food Chem. 2008 ; 56 : 7316-20.
44. Gurbuz I, Yesilada E, Demirci B, Sezik E, Demirci F, Baser KHC. Characterization of volatiles and anti-ulcerogenic effect of Turkish sweetgum balsam (*Styrax liquidus*). J. Ethnopharmacol. 2013 ; 148 : 332-6
45. Duru ME, Cakir A, Harmandar M. Composition of the volatile oils isolated from the leaves of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis* and *L. orientalis* var. *integriloba* from Turkey. Flavour Fragr. J. 2002; 17: 95-8.
46. Mallat T, Bodnar Z, Hug P, Baiker A. Selective oxidation of cinnamyl alcohol to cinnamaldehyde with air over Bi-Pt/Alumina catalysts. J. Catal. 1995 ; 153 : 131-43.
47. Wu G, Brett GL, Cao E, Constantinou A, Ellis P, Kuhn S, Hutchings GJ, Bethell D, Gavriilidis A. Oxidation of cinnamyl alcohol using bimetallic Au-Pd/TiO2 catalysts: a deactivation study in a continuous flow packed bed microreactor. Catal. Sci. Technol. 2016 ; 6 : 4749-58.