

食品及化妆品中香豆素和黄樟素类化合物分析方法研究进展

作者

1. 云南烟草科学研究院, 云南昆明 650106;
 2. 昆明理工大学化学工程学院, 云南昆明 650093;
 3. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南昆明 650223
- 韩 熠¹ 张承明¹ 喻 坤²
..... 孟 霞³ 陈永宽¹ 缪明明¹

作者简介

韩熠(1976—), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事烟用材料有害成分分析方法研究。
E-mail: hanyi762002@yahoo.com.cn

摘要

对近年来国内外食品及化妆品中香豆素和黄樟素类化合物分析方法的研究现状进行了综述, 主要分析了各种样品处理及分析方法的特点, 指出目前分析方法的主要问题和今后的研究重点。

关键词

香豆素 黄樟素 气相色谱 液相色谱

Recent Advances in Analytical Methods for Coumarins and Saftroles in Food and Cosmetics

HAN Yi¹ ZHANG Chengming¹ YU Kun² MENG Xia³ CHEN Yongkuan¹ MIAO Mingming¹

(1. Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, Yunnan, China; 2. College of Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China; 3. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, Yunnan, China)

Abstract: Recent advances in analytical methods for coumarins and saftroles in food and cosmetics are reviewed. Different sample preparation and analytical methods are described. In addition, the main problems and key points of future development with personal perspectives are discussed.

Key words: coumarin saftrole gas chromatography liquid chromatography

香豆素是一类有芳香气味的化学物质, 广泛存在于许多植物中, 如熏草豆、香草、车轴草、毛蕊花、桂皮、熏草、草木犀等都含有高浓度的香豆素。香豆素作为一种重要的香料, 常用作定香剂、脱臭剂, 配制香水和香料, 也用作饮料、食品、香烟、塑料制品、橡胶制品等的增香剂。医药上将其加入药剂中作为矫味剂。目前经动物实验, 香豆素已被证实对肝肾具有中等毒性。

美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)早在 1954 年就禁止将香豆素用作食品添加剂。目前, FDA 已将香豆素列为“禁止在人类食品中直接添加或使用的物质”, 但一些含香

豆素的天然物质如茜草科的车轴草因其香豆素香味, 仍然允许“只用于酒精饮料”^[1], 而澳大利亚对酒精饮料中香豆素的使用限量则为 10 mg/kg^[2]。欧洲食品安全局(EFSA)规定香豆素的每日耐受摄入量(TDI)为 0.1 mg/kg 体重^[3], 同时还规定香豆素在甜点、早餐麦片和面包中的最大用量从 5 mg/kg 到 50 mg/kg^[4], 印度则禁止在各类食品中使用香豆素和二氢香豆素^[5]。欧盟的化妆品和非食品产品委员会(SCCNFP)早在 2000 年就提议在化妆品中禁用二氢香豆素、7-甲氧基香豆素、6-甲基香豆素和 7-甲基香豆素^[6], 而最新的欧盟化妆品法规 Regulation(EC)No 1223/2009 中已将双香豆素、环香豆素、醋硝香豆素、二氢香豆素、7-甲氧基香豆素、7-甲基香豆素、4-甲基-7-乙氧基香豆素、非天然的味

收稿日期: 2012-08-19

喃类香豆素纳入禁用物质列表^[7]。

我国对食品和化妆品中香豆素的使用也做出了明确的规定。GB 2760-2011 中允许使用的食品用合成香料名单包括二氢香豆素、6-甲基香豆素、八氢香豆素,但未规定添加限量^[8]。2010 年 7 月,台湾地区食品管理机构发布通知禁止在食品中添加香豆素,同时规定“惟饮料中因使用天然香料,导致天然香料本身所含之香豆素残留时,其含量仍应在 2.0 mg/kg 以下”^[9]。我国的 GB7916-1987《化妆品卫生标准》中规定 6-甲基香豆素的最大允许浓度为 0.003%^[10],而《化妆品卫生规范》(2007 版)中明确规定二氢香豆素、双香豆素、7-甲基香豆素、7-甲氧基香豆素、醋硝香豆素和 7-乙氧基-4-甲基香豆素为禁用物质。

黄樟素天然存在于肉桂、肉豆蔻、黑胡椒和紫苏等植物中。黄樟素是许多食用天然精油如黄樟精油、八角精油和樟脑油的主要成分。FDA 的研究显示,黄樟素是白鼠和老鼠的致肝癌物,在小鼠饲料中添加 0.04%~1% 的黄樟素,150 d 到 2 a 可诱导小鼠产生肝癌。鉴于上述结果,在美国不再允许黄樟素作为食品添加剂^[11]。目前,国际日用香精香料协会(International Fragrance Association)规定黄樟素在化妆品中的最大允许浓度为 0.01%,并禁用六氢香豆素、6-甲基香豆素和 7-乙氧基-4-甲基香豆素^[11]。欧盟的 88/388/EEC 指令规定在食品和饮料中黄樟素的最大用量为 1 mg/kg,而酒精体积含量超过 25% 的酒精饮料中最大用量为 5 mg/kg,含肉豆蔻的食品为 15 mg/kg^[12]。我国于 2005 年实施的《易制毒化学品管理条例》将黄樟素列为第一类易制毒化学品^[13]。

由于香豆素类化合物和黄樟素的毒副作用,建立准确、快速、简便的香豆素和黄樟素分析检测方法,对于评估食品、化妆品及香精香料的安全性有着重要作用。高效液相色谱法(HPLC)、液相色谱-串联质谱法(LC-MS/MS)、气相色谱法(GC)和气相色谱-质谱联用法(GC-MS)是测定香豆素和黄樟素类化合物的常用分析方法,本文对近年来国内外文献报道的香豆素和黄樟素分析检测方法以及我国的相关标准进行了简要的总结。

1 食品中香豆素和黄樟素的分析方法

1.1 高效液相色谱法(HPLC)和液相色谱-串联质谱法(LC-MS/MS)

1999 年,陈捷和胡国昌^[14]用 HPLC 分离食品中的香豆素并用紫外检测器在 275 nm 波长处测

定。文章分析了含油脂的固体样品、不含油脂的固体样品和饮料、酒类等液体样品,样品均用无水乙醚萃取,萃取液在 40 °C 水浴上用氮气吹干,残留物再用甲醇与水的混合溶剂反萃。方法最低检出限为 0.015 mg/L,在 2~10 mg/L 浓度范围内有良好的线性关系。此方法准确、重现性好,但乙醚萃取体积大,样品处理稍显繁琐。

近年来,由于 LC-MS/MS 比普通的液相色谱仪有更高的分析选择性和灵敏度,越来越多的研究均采用 LC-MS/MS 来分析复杂食品基体中的香豆素和黄樟素。

王辉等^[15]在用 LC-MS/MS 测定沙田柚果肉汁中的呋喃香豆素类化合物时采用梯度洗脱法分离了沙田柚果肉汁的正己烷和乙酸乙酯提取物,电喷雾(ESI)质谱确证了沙田柚果肉汁中 6 种结构相近的呋喃香豆素类化合物的结构。随后,相同的研究小组^[16]改变了之前依次用正己烷和乙酸乙酯分别萃取的方法,用正己烷和乙酸乙酯的混合溶液多次萃取,萃取浓缩液通过硅胶层析柱洗脱。两篇报道均在最佳色谱条件下,通过与文献对照,先用一级质谱对样品进行定性分析,再对照二级质谱碎片离子以确证化合物。

Raters 等^[17]用 LC-MS/MS 分析包括混合调味香料、肉桂饼干、姜饼和糖果在内的 500 种食品中的香豆素时采用内标法(d_4 -香豆素)定量并与高效液相色谱-紫外检测器法(HPLC-UV)进行比较,结果表明采用 LC-MS/MS 的选择性和灵敏度均比 HPLC-UV 高 100 倍。LC-MS/MS 的检出限和定量限分别为 0.03 mg/kg 和 0.05 mg/kg。

Rychlik^[18]分析香豆素时采用了稳定同位素稀释 LC-MS/MS 方法。研究者用 $[^{13}C_2]$ -醋酸酐与水杨醛反应制备内标物 $[^{13}C_2]$ -香豆素,并用质谱和核磁共振(NMR)表征。内标法定量的方法检出限和定量限分别为 2.9 μ g/kg 和 8.6 μ g/kg。实验发现胡萝卜中能检出痕量香豆素,而以肉桂为配方的食品中则含有高含量的香豆素。

Vierikova 等^[19]采用超高效液相色谱-电喷雾串联质谱(UPLC-ESI-MS/MS)测定了各种食品中的香豆素残留。样品用二氯甲烷为萃取剂进行加速溶剂萃取(ASE),萃取液用凝胶渗透色谱(GPC)净化。采用 ASE 和 UPLC 缩短了样品处理和分离时间。方法的检出限和定量限分别为 20 μ g/kg 和 50 μ g/kg。

1.2 气相色谱法(GC)

从近年来的报道发现,气相色谱-氢火焰离子化检测器法(GC-FID)是分析食品中香豆素和黄樟素最常用的方法。

2001 年,Choong 等^[20]采用 GC-FID 分析了软饮料中的黄樟素和异黄樟素。样品未经处理直接进样,以 1,4-二羟基苯(DHB)为内标定量。检出限为 0.25 $\mu\text{g/mL}$ 。分析的 25 种软饮料中有 20 种检出目标物。

吴婷等^[21]为了同时分析吐司面包、番茄酱、广式香肠、可乐、葡萄酒中的黄樟素、侧柏酮、龙蒿脑和甲基丁香酚,采用同时蒸馏萃取方法以二氯甲烷为提取剂将待测物从食品基质中分离出来,用 1,4-二溴苯和乙酸苯乙酯为内标定量。GC-FID 测定黄樟素的方法检出限为 0.2 $\mu\text{g/mL}$ 。结果表明除肉制品基质中的提取不理想外,对于大多数食品,同时蒸馏萃取的前处理方法能很好地解决待测物与干扰组分的分离问题。

有人还报道了采用甲醇萃取、超声和过滤食品样品并用 GC-FID 同时测定其中咖啡因和禁用香料(二甘醇、二甘醇乙醚、香豆素)的方法^[22]。

2 化妆品中香豆素和黄樟素的分析方法

2.1 高效液相色谱法(HPLC)和液相色谱-串联质谱法(LC-MS/MS)

采用带二极管阵列检测器(DAD)的液相色谱检测化妆品中的香豆素和黄樟素是报道最多的方法,分析物从一种到十几种。有的文献还用 LC-MS/MS 对目标物进行确证。

2005 年,黄薇等^[23]采用 HPLC-DAD(二极管阵列检测器)测定了化妆品中的 6-甲基香豆素,检测波长 275 nm。最低检出限为 1 $\mu\text{g/g}$ 。样品用无水乙醇萃取,分析 15 种不同类型化妆品,均未检出目标物。田富饶等^[24]则建立了 HPLC-UV 法测定化妆品中 6-甲基香豆素含量的方法。样品经甲醇超声提取 20 min,离心,过滤,检测波长 275 nm。方法检出限和定量限分别为 0.05 mg/kg 和 0.10 mg/kg。

李洁等^[25]报道了用 HPLC-DAD 测定化妆品中的 3 种香豆素类物质(香豆素、7-甲氧基香豆素和 6-甲基香豆素)的方法。样品采用甲醇超声提取。3 种物质的最低检出限分别为 0.03 $\mu\text{g/mL}$ 、0.01 $\mu\text{g/mL}$ 和 0.03 $\mu\text{g/mL}$ 。对 14 种香水样品和 16 种其他类型化妆品的检测结果发现,只有小部分香水中含有一种或两种香豆素类化合物。

赵晓亚等^[26]采用 HPLC-DAD 测定了化妆品中 6 种香豆素类化合物(7-甲氧基香豆素、二氢香豆素、双香豆素、7-甲基香豆素、醋硝香豆素和 7-乙氧基-4-甲基香豆素)。样品用无水乙醇超声提取,检测波长分别为 278 nm 和 308 nm,外标法定量。检出限为 0.2~0.5 mg/kg。对 50 个进出口化妆品进行抽检,均未检出目标物。

席海为等^[27]报道了 HPLC-DAD 同时测定化妆品中 17 种香豆素类化学成分的方法。样品采用甲醇超声提取。检测波长分别为 210 nm、220 nm 和 250 nm。17 种香豆素类化合物的定量下限为 1 mg/kg。应用本方法对 15 个进出口化妆品进行检测,均未检出含有香豆素类化学成分。

程艳等^[28]在用 HPLC-DAD 测定化妆品中的双香豆素和环香豆素时,采用乙腈-氢氧化钠溶液超声提取,提取液用乙酸调节 pH 至中性,选择 306 nm 为两种香豆素物质的检测波长,外标法定量,并采用 LC-MS/MS 确证。LC-MS/MS 方法对双香豆素和环香豆素的定量下限均能达到 1 ng。

2.2 气相色谱法(GC)和气相色谱-质谱联用法(GC/MS)

除了 Wisneski^[29]采用 GC-ECD(电子捕获检测器)分析香水中的香豆素并用 GC/MS 确证以外,直接用 GC-FID 定量或用 GC/MS 定性定量已发展是目前测定化妆品中的香豆素和黄樟素的主要方法。

肖上甲和王世平^[30]用 GC-FID 测定了 13 种不同类型化妆品中的 6-甲基香豆素。选择给电子能力较强的偶极溶剂丙酮溶解样品,超声波均质离心后经 HP-1 色谱柱分离,氢火焰离子化检测器检测。样品中均未检出 6-甲基香豆素。

李洁等^[31]采用 GC/MS 测定了化妆品中的香豆素、7-甲氧基香豆素和 6-甲基香豆素。样品采用甲醇超声提取。3 种物质的最低检出限分别为:0.3、0.5 和 0.3 $\mu\text{g/mL}$ 。对 15 种香水样品的测定发现只有两种香水中含有香豆素。样品采用甲醇超声提取。分析灵敏度比相同研究小组采用液相色谱法^[25]的分析结果约低 10 倍。

赵晓亚等^[32]报道了 GC/MS 同时测定化妆品中 5 种香豆素类化合物(7-甲氧基香豆素、二氢香豆素、7-甲基香豆素、醋硝香豆素和 7-乙氧基-4-甲基香豆素)的方法。样品用无水乙醇超声提取,外标法定量。方法采用 DB-1701 低/中等极性色谱柱,比 DB-5MS 非极性柱的分离效果好,色谱峰型尖

锐,对称性好。醋硝香豆素的检出限为 5.0 mg/kg,二氢香豆素和 7-甲基香豆素的检出限为 0.5 mg/kg,7-甲氧基香豆素和 7-乙氧基-4-甲基香豆素的检出限为 0.1 mg/kg。对 45 个进出口化妆品进行抽检,均未检出目标物。有研究者^[33]还用甲醇作萃取剂,GC/MS 测定了化妆品中的黄樟素和 6-甲基香豆素。方法定量限分别为 5 $\mu\text{g/g}$ 和 10 $\mu\text{g/g}$ 。

3 国内相关分析标准及法规

近年来,我国陆续制定了一系列测定香豆素及黄樟素的国家标准、行业标准或法规。从目前制定的标准法规来看,GC-FID 和 HPLC 是主要的检测手段,而萃取溶剂多选择甲醇或乙醇。值得注意的是,这些标准或法规中多数只规定了一至两种物质的分析方法,而随着其他成分的毒理学信息及添加用量的披露,同时检测更多的香豆素和黄樟素类化合物的分析标准可能将是今后制定标准的方向。

GB 28363-2012《食品安全国家标准 食品添加剂 二氢香豆素》^[33]采用 GB/T 14454.1-2008《香料试样制备》^[34]中的样品处理(脱水过滤)和 GB/T 11538-2006《精油 毛细管柱气相色谱分析 通用法》^[35]中的分析方法(GC-FID 法)测定食品添加剂中的二氢香豆素。GB/T 14454.15-2008^[36]规定了以癸酸乙酯为内标,GC-FID 分析黄樟油中黄樟素和异黄樟素的方法。GB/T 24800.9-2009^[37]中采用无水乙醇超声提取化妆品中的香豆素,高速离心过滤后,用 GC-FID 测定。

出入境检验检疫行业标准^[38]中采用甲醇超声提取化妆品中的黄樟素和 6-甲基香豆素,GC-FID 测定和 GC/MS 确证;另一标准^[39]则用乙腈和氢氧化钠混合溶液超声提取化妆品中的双香豆素和环香豆素,HPLC-DAD 检测。

在国家食品药品监督管理局制定的《化妆品中 6-甲基香豆素的检测方法》^[40]中,分别规定了用 HPLC-UV 和 GC-FID 的检测方法。其中的高效液相色谱法中,样品经振荡、超声、离心、过滤等步骤后用 HPLC-UV 检测;而气相色谱法中,除以上的处理过程外,还需用无水硫酸钠脱水。

4 结语

目前,分析食品及化妆品中香豆素和黄樟素多采用液相萃取与色谱分离结合的方法,HPLC、LC-MS/MS、GC-FID 和 GC/MS 是常用的分析方法。已有研究采用内标法定量以提高分析的灵敏度和选择性,但有的报道中采用传统的液液萃取时萃取

溶剂用量较大或毒性较大,而研究除液相萃取外的其他萃取手段、微萃取技术和绿色萃取技术除了可提高分析选择性和灵敏度外,还可减少对环境对人体健康的危害。快速色谱分离(如 UPLC)可大大缩短分析时间,提高分析通量。另外,研究同时检测多种香豆素和黄樟素类物质的分析方法对产品质量控制及应对国内外不断变化的产品质量法规要求有重要意义。

参考文献

- [1] U. S. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations - Title 21 - Food and Drugs [EB/OL]. <http://www.fda.gov/>. [2012-06-18].
- [2] 澳大利亚酒精饮料中香豆素的残留限量规定[EB/OL]. <http://db.foodmate.net>. [2012-06-19].
- [3] EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the European Commission on Coumarin in flavourings and other food ingredients with flavouring properties[J]. The EFSA Journal, 2008, 793: 1-15.
- [4] EU Council. REGULATION (EC) No 1334/2008 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 on flavourings and certain food ingredients with flavouring properties for use in and on foods and amending Council Regulation (EEC) No 1601/91, Regulations (EC) No 2232/96 and (EC) No 110/2008 and Directive 2000/13/EC[J]. Official Journal of the European Union, L354: 34-50.
- [5] Parliament of the Republic India. The Prevention of Food Adulteration Act & Rules, 2004 [EB/OL]. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/reports-documents/prevention-food-adulteration-act-rules-1102004>. [2012-06-20].
- [6] SCCNFP/0320/00, final. An initial list of perfumery materials which must not form part of fragrances compounds used in cosmetic products. The 12th Plenary meeting of SCCNFP, 3 May 2000[EB/OL]. http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/.../out116_en.pdf. [2012-06-20].
- [7] Consumers may take in large amounts of coumarin from cosmetics, too[EB/OL]. <http://www.bfr.bund.de/cd/10569>. [2012-06-20].
- [8] 中华人民共和国卫生部. GB 2760-2011 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [9] 国内外香化信息编辑部. 台湾地区禁止在食品中添加香豆素[J]. 国内外香化信息, 2010(8): 21.
- [10] 中华人民共和国卫生部. GB 7916-87 化妆品卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1987.
- [11] International Fragrance Association. IFRA Standard[EB/OL]. <http://www.ifraorg.org>. [2012-06-25].
- [12] The Council of the European Communities. 88/388/EEC,

- COUNCIL DIRECTIVE of 22 June 1988 on the approximation of the laws of the Member States relating to flavourings for use in foodstuffs and to source materials for their production [EB/OL]. http://europa.eu/legislation_summaries/other/l21072_en.htm. [2012-06-25].
- [13] 国家食品药品监督管理局. 易制毒化学品管理条例(国务院令 第 445 号) [EB/OL]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0056/10759.html>. 2005-08-26.
- [14] 陈捷, 胡国昌. 高效液相色谱法测定食品中的香豆素[J]. 色谱, 1999, 17(2): 203-205.
- [15] 王辉, 丘秀珍, 陶敬奇, 等. 高效液相色谱-质谱法测定沙田柚果肉汁中的呋喃香豆素类化合物[J]. 色谱, 2007, 25(5): 770-771.
- [16] 丘秀珍, 陶敬奇, 王辉, 等. 沙田柚果肉汁中呋喃香豆素类化合物的液相色谱-质谱联用研究[J]. 分析测试学报, 2008, 27(2): 170-173.
- [17] RATERS M, MATISSECK R. Analysis of coumarin in various foods using liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection [J]. Eur. Food Res. Technol., 2008, 227: 637-642.
- [18] RYCHLIK M. Quantification of Free Coumarin and Its Liberation from Glucosylated Precursors by Stable Isotope Dilution Assays Based on Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometric Detection[J]. J. Agric. Food Chem., 2008, 56(3): 796-801.
- [19] VIERIKOVA M, GERMUSKA R, LEHOTAY J. Determination of Coumarin in Food Using Ultra-Performance Liquid Chromatography - Electrospray-Tandem Mass Spectrometry [J]. J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol., 2009, 32: 95-105.
- [20] CHOONG Y M, LIN H J. A rapid and simple gas chromatographic method for direct determination of safrole in soft drinks[J]. J. Food Drug Anal., 2001, 9 (1): 27-32.
- [21] 吴婷, 金其璋. 不同食品中侧柏酮、龙蒿脑、黄樟素和甲基丁香酚的含量测定[J]. 中国食品添加剂, 2010(1): 223-228.
- [22] RAHIM A A, SAAD B, OSMAN H, et al. Simultaneous determination of diethylene glycol, diethylene glycol monoethyl ether, coumarin and caffeine in food items by gas chromatography[J]. Food Chem., 2011, 126: 1412-1416.
- [23] 黄薇, 刘祥萍, 肖上甲. 化妆品中 6-甲基香豆素的高效液相色谱测定法[J]. 环境与健康杂志, 2005, 22(2): 138-139.
- [24] 田富饶, 王旭强, 孙文闪. 化妆品中 6-甲基香豆素的高效液相色谱-紫外检测器法测定[J]. 香料香精化妆品, 2012(1): 30-32.
- [25] 李洁, 王超, 武婷, 等. 高效液相色谱测定化妆品中三种香豆素的含量[J]. 日用化学工业, 2006, 36(4): 257-259.
- [26] 赵晓亚, 付晓芳, 王鹏, 等. 高效液相色谱法测定化妆品中香豆素类化合物[J]. 分析科学学报, 2011, 27(1): 49-52.
- [27] 席海为, 马强, 王超, 等. 高效液相色谱法对化妆品中 17 种香豆素类化学成分的同时测定[J]. 分析测试学报, 2010, 29 (12): 1168-1172.
- [28] 程艳, 王超, 薛一梅, 等. 化妆品中双香豆素和环香豆素的高效液相色谱-二极管阵列检测器测定[J]. 分析测试学报, 2008, 27(2): 196-199.
- [29] WISNESKI H H. Determination of coumarin in fragrance products by capillary gas chromatography with electron capture detection[J]. J. AOAC. Int., 2001, 84(3): 689-692.
- [30] 肖上甲, 王世平. 气相色谱法测定化妆品中 6-甲基香豆素[J]. 环境与健康杂志, 2002, 19(2): 146-147.
- [31] 李洁, 王超, 武婷, 等. 气相色谱质谱法测定化妆品中三种香豆素类物质的含量[J]. 生命科学仪器, 2006(4): 33-36.
- [32] 赵晓亚, 林雁飞, 胡小钟, 等. 气相色谱-质谱法同时测定化妆品中 5 种香豆素类化合物[J]. 分析实验室, 2010, 29(3): 76-79.
- [33] 中华人民共和国卫生部. GB 28363-2012 食品安全国家标准食品添加剂 二氢香豆素[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [34] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 14454. 1-2008 香料 试样制备[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [35] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 11538-2006 精油 毛细管柱气相色谱分析 通用法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [36] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 14454. 15-2008 黄樟油 黄樟素和异黄樟素含量的测定 填充柱气相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [37] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 24800. 9-2009 化妆品中柠檬醛、肉桂醇、茴香醇、肉桂醛和香豆素的测定 气相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [38] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1783-2006 进出口化妆品中黄樟素和 6-甲基香豆素的测定 气相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [39] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 2104-2008 进出口化妆品中双香豆素和环香豆素的测定 液相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [40] 国家食品药品监督管理局. 国食药监许[2011]96 号附件 9: 化妆品中 6-甲基香豆素的检测方法 [EB/OL]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0001/>. 2011-03-29.

欢迎订阅 2013 年《香料香精化妆品》和惠登广告！

联系电话: 021-64750991