

香精香料分析方法进展

吕丽爽¹, 陶菲²

(1. 南京师范大学金陵女子学院食品科学与工程系, 江苏 南京 210097

2. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214036)

摘 要: 本文就香精香料的样品预处理和分析检测的方法进行了综述, 并指出了存在问题和发展方向。

关键词: 香精香料; 分析; 测定

Advance of Analyzed Flavor and Flavor Material

LU Li-shuang¹, TAO Fei²

(1. Department of Food Science and Technology, Jinling College, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China; 2. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: In the paper, the methods of analysis flavor and flavor material have been reviewed. It is including the simple prepared.

The problem was discussed.

Key words: flavor; analysis; simple prepared

中图分类号: TQ651

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)08-0478-05

香料是从带香物质中提取或以人工合成方法得到的致香物质的总称。通常根据香料的来源, 可将其分为天然香料和合成香料两类。天然香料是从各种天然植物的花、果、茎、根、皮或动物的分泌物中提取出来的致香物质。目前已知天然香料 3000 多种, 合成香料 7000 多种。

关于香精香料的分析方法亦有许多相关报道。对于挥发性很强的香气成分最为常用的为气相色谱技术。随着色谱技术的不断发展, 气相色谱柱由填充柱发展为高效毛细管柱, 由单根色谱柱转化为多维色谱, 以及色-质联用、多维质谱的出现为香精香料的分离分析提供了广阔的研究空间。由于香精香料的组成非常复杂, 样品预处理对样品的分析起着至关重要的作用。本文就香精香料的样品预处理、分离分析进行了综述。

1 样品制备技术

1.1 蒸馏法

1.1.1 共水蒸馏

共水蒸馏法中原料直接受热, 易焦化并会破坏某些香气成分, 目前很少使用。

1.1.2 水蒸气蒸馏

水蒸气蒸馏是使水蒸气连续地流过容器中样品混合

物来进行蒸馏的方法。该法避免了精油长时间在高温下发生破坏分解、水解或聚合, 使精油的质量和提取率都得到了一定程度的提高。Briechle R 等^[1]应用水蒸气蒸馏方法从茴香种子中获得了植物挥发油, 效果良好。

1.1.3 分子蒸馏

分子蒸馏法是根据分子运动的平均自由程的差别, 在极高真空条件(0.1~0.001Pa)使液体在远低于其沸点的温度下分离。是目前较好的一种蒸馏方法。该方法特别适合分离沸点高、黏度大、热敏性的天然产物。陆韩涛^[2]和许松林^[3]等利用分子蒸馏的特点对多种精油进行一系列精制提纯研究, 成功去除了产品中的杂味和颜色, 避免了传统加工方法的缺陷。周本杰等^[4]运用超临界 CO₂ 萃取与分子蒸馏联用技术对川弓中挥发性成分进行提取分离, GC-MS 分析, 结果表明经过分子蒸馏后组分得到了进一步纯化, 明显优于单一 SPE 技术。

1.2 萃取法

1.2.1 溶剂萃取

溶剂萃取法的优点是操作简单, 且可以通过选择不同的萃取溶剂有选择的提取香气成分。但是萃取液的残留和香气成分的损失是萃取法的缺陷。

1.2.2 蒸馏-萃取法(SDE)

蒸馏-萃取法将水蒸气蒸馏和馏出液的溶剂萃取两

收稿日期: 2005-05-31

作者简介: 吕丽爽(1969-), 女, 讲师, 在读博士, 主要从事天然活性物质成分的提取及功能研究。

步合二为一,可把mg/L级的挥发性有机成分从脂质或水质介质中浓缩数千倍。同时,由于SDE法所获得的是挥发油在有机溶剂中的溶液,体积较大,便于操作,避免了通常蒸馏法提取精油时在器壁上吸附损失及转移微量精油时的操作困难。据此法及中国药典(1995年版)规定。朱旗等^[5]用SDE法提取茶叶香精油的香气总量、数量和回收率均优于普通溶剂萃取,特别是醇类和酯类的香气成分。辛广等^[6]运用SDE法提取南国梨果皮中挥发油物质,运用GC/MS确认出58种化合物。

1.2.3 超临界萃取法(SPE)

超临界萃取使以临界温度和压力下的超临界流体作为萃取剂进行萃取的方法。该方法适用于易氧化、敏感性的物质,可得到纯度高、安全性好、芳香物质损失少的风味物质。广泛用于从各种香料、草本植物中提取有效成分。张鑫等^[7]运用超临界CO₂流萃取及与水蒸气蒸馏萃取对照,进行辛夷挥发油的化学组分分析。结果表明超临界CO₂流萃取挥发油得率较水蒸气蒸馏法平均高出73%。超临界CO₂流萃取制得的挥发油香气品质好,味浓、清雅、无杂气。

1.3 固相萃取

1.3.1 固相萃取(SPE)

固相萃取利用固体吸附剂将液体样品中目标化合物吸附及样品的基体和干扰物分离,然后再用洗脱液洗脱或加热解吸附,达到分离和富集目标化合物的目的。固相萃取实质上是一种液相色谱分离,其主要分离模式也与液相色谱相同,可分为正相、反相、离子交换、吸附等。它采用高效、高选择性的吸附剂,大大简化了样品处理过程。与液液萃取相比,固相萃取不需要大量的纯溶剂,无相分离操作,处理过程不会产生、乳化现象,且分析物回收率高。同时所用费用较低:一般SPE所需时间是液液萃取的二分之一,费用是液液萃取的五分之一。缺点:目标化合物回收率和精密度要低于液液萃取。Ricardo Lopez等^[8]运用固相萃取(Lichrolut-EN树脂),直接用GC-Ion Trap MS分析。葡萄酒中微量风味香气物质仅经过单一固相萃取后即可通过GC-MS分离出30种风味物质。L.Carballerira Lois^[9]等运用SPE技术提取了两种白葡萄在成熟过程中风味物质,并通过GC-FID进行了定量分析。

1.3.2 固相微萃取(SPME)

固相微萃取是在固相萃取的基础上发展起来的一种新的萃取分离技术,通过石英纤维头表面涂渍高分子层对样品中有机成分进行萃取预富集,然后在GC进样器中直接热解吸。其关键在于选择石英纤维上的涂层,要使目标化合物能吸附在涂层上,而干扰化合物不吸附。与液液萃取和固相萃取相比,具有操作时间短,样品

量小,无需萃取剂;适用于分析挥发性与非挥发性物质,重现性好等优点。Gillian Fitzgerald等^[10]运用SPME-GC-MS分析了爱尔兰和苏格兰威士忌酒中分离定量了17种挥发性物质(包括乙醇、乙酸和酯)N.Mondy等^[11]采用SPME-GC-MS研究了洋葱和韭菜中辛辣物质的分离鉴定。O.Pinheiro等^[12]通过实验证明SPME-GC方法是羊奶酪中挥发性成分的测定的最优方法。该方法可以提供检测奶酪中一些特殊风味成分的方法。目前固相微萃取可供使用的固定相涂层种类不多,限制了它的应用范围和联用技术,发展高选择性,高稳定性和高效的固定相涂层材料是固相微萃取方法研究的重要方向。

1.4 气体萃取技术(headspace)

气体萃取技术又称顶空技术,分为静态顶空、动态顶空。静态顶空:在一个密闭容器中,其中样品上方气体达到平衡用气密性注射器抽取样品上方气体进行分析测定技术。静态顶空又称为“一步气体萃取”用于定性分析非常简便;但定量测定比较繁杂,样品基体会产生干扰。动态顶空:使用吹扫气体连续萃取样品,将一些组分吹出,然后通过冷冻浓缩技术或使用吸附浓缩技术将这些组分浓缩,最后用加热的方法释放出这些组分,进行GC分析。它是“连续气体萃取”不必等到样品瓶中两相达到平衡和抽取等分的顶空样品进行测定。Larrayoz,Patricia等^[13]对比了动态顶空进样和蒸馏-萃取两种预处理方法对羊奶酪不同的成熟阶段风味物质的提取结果表明动态顶空萃取法可以提取更多的挥发性组分。Qian,Michael等^[14]运用动态顶空和GC-MS,研究了奶酪中脂类衍生香味成分,同时运用香味萃取蒸馏分析法对风味成分进行了分析。

顶空技术具有操作简单、方便易于自动化等特点。静态顶空可用于气、液、固中挥发性物质分离。动态顶空具有较高灵敏度,检出限可达 10^{-12} 。

1.5 膜分离

膜分离是近年发展起来的新技术。在20世纪70年代有学者将膜分离技术应用到气相色谱与质谱的接口,20世纪80年代以来相继涌现了膜引进质谱、膜-气相-质谱、膜-微捕集质谱、膜萃取-气相。样品分析市场上出现了许多形式应用膜分离技术产品,膜直接引进装置,膜萃取-微补给串联装置,膜-质谱联用仪器。膜分离样品中有机物分子气体或液体分子的传输机制是溶解-扩散过程。常用膜材料为聚二甲基硅氧膜(适用许多极性化合物和挥发性物质)、聚四氟乙烯膜(半挥发性物质)、微孔膜(较大挥发性分子)。迄今为止,聚甲基硅氧烷制成膜材料用于挥发性有机物分离浓缩最为成功。可测定橘子、苹果、蒜、姜、葱、白酒、葡萄酒、啤酒中风味物质。膜分离技术具有装置结构简单、操作程序方便、无需有机溶剂处理、可与各种分

析仪器直接连接、易于实现自动化操作和在线在场操作等。与水蒸气蒸馏、索氏蒸馏和K-D浓缩这些技术常常耗时长达几-几十小时,而且在加热条件下完成,若用膜分离提取方法,在常温下只需要十几分钟即可完成。

国内王立等^[15]对该项技术进行研究,报道了蒜泥(5mg)经过膜分离和微捕集处理后通过GC-MS测定得到了二硫醚、三硫醚、四硫醚和某些蒽烯类有机化合物。ME/MT条件为:中空纤维膜(硅氧烷)0.6mm(i.d.) $\times$ 0.3mm(i.d.) $\times$ 80mm,2ml水样品,ME/MT提取10min,吹扫气体He。还研究了同时使用FID和FPD对ME-MT处理样品,进行在线测定得到酒产品中风味物质和硫化物。特别指出200 μ l啤酒样品经过ME/MT处理后,可直接通过FPD测定出酒中硫化物。如此少样品直接通过GC/MS测定,这在使用吹扫/捕集方法是无法完成的。此外虽然现在白酒可以使用直接进样方法测定出酒中的各种风味物质,但白酒的基体干扰会掩盖某些重要组分,而这些组分可能是酒中真伪辨别和质量控制的重要依据。使用膜处理酒样品由于基体(乙醇)在膜中扩散系数比其他大很多,可以将它直接排除而其他的风味组分则被保存在微捕集管中,通过热解吸将捕集的组分吹扫到毛细柱中进行分离并由质谱测定。这样由于基体被分离出去了,分析结果就会将直接进样方法中被基体掩盖的组分测定出来。

2 分离技术

2.1 气相色谱

香精香料按照其沸点高低大致可分为挥发性组分(如萜、醇、酯、烃等)和不挥发性组分(如香豆素、黄酮、黄烷酮、花青素等)两类。对于挥发性组分的分析,气相色谱仍为当前最为常用的方法。气相色谱最先是填充柱气相色谱来分离香气成分,但填充柱的柱效不高,难以满足分析复杂的香精香料样品的要求,现在柱效更高的毛细管柱成为分析香气成分的主要工具。另外随着毛细管柱外涂层技术的发展,出现了使用温度为440的高温毛细管柱,使得分离对象的沸点范围得到大幅度提高。

1999年David等^[16]报道了一种快速高分辨毛细管气相色谱技术,该技术是以内径小的毛细管柱(100 μ m)作为分离柱,采用600kPa以上的高压,利用电子装置精确控制分流比和柱流速,在保证分离效果的前提下,使分析时间得到大幅度减少。该方法对仪器要求较高,估计短时间内难以推广。

2.2 二维色谱(GC $\times$ GC)

一根色谱柱仅适用于几十种到几百中物质的样品分析,复杂的香精样品往往难以得到预期的分离效果。偶合柱系统是研究分离复杂香精成分的新方法。GC+GC一

般采用中心切割法,从第一根色谱柱预分离后的部分馏分,被再次进样到第二根色谱柱作进一步分离,而样品的中其它组分或被放空或也被中心切割。这样可以通过增加中心切割的次数来实现对感兴趣组分的分离。1998年,Nadjoua Chanegriha等^[17]将两根极性不同的毛细管柱连接建立所谓“极性偶合柱系统”,考察了一种复杂混合物(含有19种成分的精油,其中13种成分在任何一根单独色谱柱上都难以分离)在几种不同构造的体系(相对长度和连接顺序不同)上的分离情况。结果表明:在其中构造最好是一组偶合柱上,所有19种成分都得到很好分离。极性偶合柱系统是把第一根色谱柱流出的馏分在第二根色谱柱上进一步分离。其中两根色谱柱之间的接头无死区是影响分辨率的关键所在。

2.3 全二维气相色谱(comprehensive two-dimensional gas chromatography)

全二维气相色谱(GC $\times$ GC)是多维色谱的一种,但又不同于通常的二维色谱,而提供了一个真正的正交分离系统。它把分离机理不同而又相互独立的两根色谱柱以串联的方式结合组成二维气相色谱。在两根色谱柱之间装一个调解器,该调解器起捕集再传输的作用。经第一根柱分离后的每一馏分,先进入调制器,进行聚焦后再以脉冲方式送到第二根色谱柱进行进一步的分离,所有组分从第二根色谱柱进入检测器。信号经数据处理后,得到以第一根柱上保留时间为第一坐标,第二根柱的保留时间为第二坐标,信号强度为纵坐标的三维色谱图,或二维轮廓图^[18]。全二维色谱具有分辨率高(是两根色谱柱各自分辨率平方和的平方根)、峰容量大(是两根色谱柱各自峰容量的乘积)、灵敏度高(比通常的一维色谱高20~50倍)、分析时间短、定性可靠性增强等特点。由于GC $\times$ GC具有高峰容量和高分辨率,使得这个技术将会在复杂样品体系(例如:中草药中挥发性化合物和白酒中风味成分以及多环麝香化合物)的分离分析发挥更重要的作用。P Marriott, et al^[19],运用GC $\times$ GC对香根草油进行了分析研究,分离出144种成分,而这在单一色谱柱是无法分离的。美国疾病控制和预防中心的Dimandja等^[20]人运用GC $\times$ GC对照了薄荷和绿薄荷中精油的组成,表明在二维平面的保留时间足够鉴定各种成分。R Shellie等^[21]运用GC $\times$ GC-TOF-MS鉴别了熏衣草中成分分析,其对于重叠的组分峰的分离得到大幅度提高。R Shellie^[22]成功的运用GC $\times$ GC完成茶树油对映异构体的分离分析,首先运用第一根柱将对映异构体与其它组分分离,第二根柱分离对映异构体。全二维气相色谱与飞行时间质谱的联用(GC $\times$ GC-TOF-MS)将成为分析挥发性组分最为有力的分析手段^[23]。

2.4 其它

超临界流体色谱的发展为分析难挥发、易热解的香

精成分提供了有效的途径。SFC 弥补了 GC 和 LC 不足之处,由兼备两者之优点,既能分离 GC 难以分析的易热解、高分子量、强极性或非挥发的化合物,也能分离 LC 难以分析某些高分子量的物质。

高效液相色谱 Cartoni 等人^[24,25]研究了关于 HPLC 对橘子和葡萄精油的成分进行分析,先采用 TLC 分离,然后运用正、反相 HPLC 对精油成分进行分级分离。采用 HPLC 分离精油,可以避免 GC 进样时可能会出现分子重排或热裂解现象。但由于液体黏度大,分离速度较慢。

3 检测方法

3.1 质谱(MS)

质谱作为检测器与色谱技术联用使香精香料成分研究的效率得到了大幅度提高。通过 GC/MS 联用在谱库检索就能给出化合物的可能结构信息,一个复杂的混合物在较短时间内就可以得到分离鉴定。GC/MS 是当前香精香料分析中应用最多的方法。近期相关研究有:运用 GC/MS 技术,从百里香挥发油中分离鉴定出 34 种成分^[26];从孜然芹中分离鉴定出 49 种化合物^[27];从芹菜籽的挥发油中分离确定了 19 中化合物^[28];从南国梨果皮挥发油中确认了 58 种化合物^[5];从北细根茎的挥发性成分分离鉴定了 36 种组分^[29];以及上文中提到的有关白酒、葡萄酒、啤酒等风味物质的分离鉴定。

3.2 飞行时间质谱(TOF-MS)

以飞行时间作为质量分析器的质谱检测器采用了延迟引出技术和离子反射技术,高速扫描(>100 次/s),分辨率达到 20000 以上。谢建春等运用电喷雾飞行时间质谱分析了香料产品乙基麦芽酚中痕量杂质^[30]。

3.3 多维检测器

一种检测器只能对某类物质特别敏感,得到较高响应值;而对另一类物质却不敏感,响应值很低。一般来说,很难利用单一的检测器对一复杂组分进行定性。将两种或两种以上检测器组合起来,即可得到多张不同的谱图,有利于未知组分的分类定量。

Parliament 等^[31]采用玻璃内衬的不锈钢流路分流器,同时运用 FID/FPD/NPD 测定香精香料领域中重要的一些含氮和含硫化合物。这些物质对食品的风味起很大的作用,而这些物质一般用常规方法很难测定。采用多维检测系统则能达到较好效果。

桑文强等^[32]将 GC/FTIR/FID 联用和 GC/MS 联用方法对烟用精油-蒺藜油挥发性成分进行分析。气质联用技术可提供精确的结构信息,易于区分同分异构体。结合质谱相互验证,提高的定性的准确。

MS/MS 的问世为复杂的香精香料定性定量提供了新途径,MS/MS 可以将色谱上不能分开的共流出物利用时间编程和多通道检测将其完全分开。尤其是一些空间异构

体的分离。David 等^[33]利用 GC/MS/MS 对玫瑰精油中的 β -大马烯酮进行分析,其中在 MS 中信号相当弱的 m/z190 和 m/z175 的碎片通过 MS/MS 检测得到更好的识别。

4 其它分析方法

GC 通过人的主观嗅觉,评定气相色谱流出成分的气味。在风味物质的研究中可以起到以下作用:单一组分的定性;检测复杂风味中决定性作用的香气成分;定量单一组分对风味体系香气的贡献^[34]。

1985 年,Chien^[35]建立了一种以计算机技术为基础的模式识别方法,使精油的分析效率得到大幅度提高。该方法的核心是一种对比算法,即用 K 氏最临近归类法比价待测与已知样品成分,若误差在规定范围内,即可判断两者成分相似或相同。对于香精香料这类可能含有数百种成分是混合物,传统的识别鉴定方法费时费力,而这种计算机模式识别方法则可对照 GC 对不同样品的描述图谱快速识别混合物中的成分,也可将一组分作为一个整体识别出来。其最突出的特点是预测力强,快速准确,操作方便。

5 结 语

随着仪器分析手段的不断进步,香精香料的分析方法取得了很大进展。但依然存在一些问题。样品预处理依然不尽人意,例,固相微萃取技术中的固相涂层仍需改进以提高其高选择性;膜分离技术对样品的分离浓缩取得了很大进步,但膜的强度有待于进一步提高。而分离检测技术,全二维色谱以及联用技术均有待于进一步发展和创新。就目前而言,仪器分析结果仍需结合人的感官评定才能对香气成分做出客观评价。

参考文献:

- [1] 王立,等. 色谱分析样品处理[M]. 化学工业出版社, 2001. 9
- [2] 陆韩涛,等. 芳香油的分子蒸馏提纯[J]. 精细化工, 1993, 10(3):44-47.
- [3] 许松林,徐世民,干爱华. 天然产物分离的新技术—分子蒸馏[J]. 中草药, 2001, 32(6):562-563.
- [4] 周本杰,张忠义,石勇,等. 超临界 CO₂ 流体萃取与分子蒸馏联用技术提取分离川芎挥发性成分及其 GC/MS 分析[J]. 第一军医大学学报, 2002, 22(7):652-653.
- [5] 朱旗,施兆鹏,任春梅. 绿茶香气不同提取方法的研究[J]. 茶叶科学, 2001, 21(1):38-43.
- [6] 辛广,侯冬岩,肖兴达,等. 南果梨果皮挥发油成分的分析[J]. 食品科学, 2002, 23(8):227-231.
- [7] 张鑫,姚光明,张峻松,等. 超临界 CO₂ 流萃取及与水蒸气蒸馏萃取辛夷挥发油的化学组分分析[J]. 精细化工

- 1999, 6:10-12.
- [8] Ricardo Lopez, et al. Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection[J]. Journal of Chromatography A, 2002, 966: 167-177.
- [9] L Carbal lerira Lois, et al. SPE-GC determination of aromatic compounds in two varieties of white grape during ripening [J]. Chromatographia Supplement, 2001, 53: 350-355.
- [10] Gillian Fitzgerald, et al. Characterisation of whiskeys using solid-phase microextraction with gas chromatography-mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 2000, 896: 351-359.
- [11] Mondy, et al. Aroma analysis of fresh and preserved onions and leek by dual solid-phase microextraction-liquid extraction and gas chromatography-mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 2002, 963: 89-93.
- [12] Pinho O, I M P L V O Ferreira, et al. Method Optimization for analysis of the volatile fraction of Ewe Cheese by solid-phase microextraction[J]. Chromatographia Supplement, 2001, 53: 390-392.
- [13] Patricia L, et al. Comparison of dynamic headspace and simultaneous distillation extraction techniques used for the analysis of the volatile components in three European PDO ewes' milk cheeses[J]. International Dairy Journal, 2001, 11: 911-926.
- [14] Qian, Michael, et al. Journal of the American Oil chemists Society[J], 2002, 79: 663-667.
- [15] 王立, 王继宗. 微捕集装置和膜萃取串联装置的研制[M]. 现代科学仪器, 1999, 67: 23-26.
- [16] David F, et al. Instrumentation and applications of fast high-resolution capillary gas chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 1999, 842: 309-319.
- [17] Nadjoua Chanegriha. Polarity changes during capillary gas chromatographic and gas chromatographic-mass spectrometric analysis using serially coupled columns of different natures and temperature programming: Application to the identification of constituents of essential oils[J]. Journal of Chromatography A, 1998, 819: 61-65.
- [18] 许国旺, 叶芬, 孔宏伟, 等. 全二维气相色谱技术及其进展[J]. 色谱, 2001, 19(2): 132-136.
- [19] P Marriott, et al. Flavour Fragr[J]. 2000, 15, 225.
- [20] J M D Dimandja, et al. J High Res Chromatogr, 2000, 23, 208.
- [21] R Shellie, et al. Concepts and preliminary observations on the Triple-Dimensional analysis of complex volatile samples by using GC $\times$ GC-TOFMS[J]. Anal Chem, 2001, 73, 1336-1344.
- [22] R Shellie, et al. J Sep Sci, 2001, 24: 11.
- [23] Philip Marriott, et al. Principles and applications of comprehensive two-dimensional gas chromatography[J]. Trends in analytical Chemistry, 2002, 21: 573-583.
- [24] Buiarel i F, Cartoni G P. Chromatography, 1991, 31: 489.
- [25] Benincasa M, Cartoni G P. Chromatography, 1990, 30: 271.
- [26] 程霜, 马清温, 孙震晓. 百里香挥发油化学成分的GC/MS分析[J]. 香精香料化妆品, 2002, (5): 1-3.
- [27] 阎建辉, 唐课文, 钟明, 等. 气相色谱-质谱法测定孜然挥发油的化学成分[J]. 色谱, 2002, 20(6): 569-572.
- [28] 张捷莉, 王君, 李铁纯, 等. 美国西芹菜籽挥发性成分的GC/MS分析[J]. 食品科学, 2002, 23(8): 225-227.
- [29] 张峰, 王龙星, 罗茜, 等. 气相色谱-质谱分析北细辛根和根茎中的挥发性成分[J]. 色谱, 2002, 20(5): 467-470.
- [30] 谢建春, 孙宝国, 郑福平, 等. 电喷雾飞行时间质谱分析乙基麦芽酚中的痕量“杂质”[J]. 香精香料化妆品, 2003, (2): 1-3.
- [31] Parliament TH, Journal of Chromatography Science[J]. 1981, 19: 435.
- [32] 桑文强, 李军, 林平. GC/FTIR/FID联用鉴定复杂精油组分[J]. 香精香料化妆品, 2003, (2): 7-12.
- [33] David F, Cosmet News [J], 2000, 23, 286.
- [34] B S Dattatreya, et al. Developments and challenges in flavor perception and measurement - a review[J]. Food Reviews International, 2002, 18: 223-242.
- [35] Chien Mingjien. Anal Chem [J], 1985, 57: 348.

信 息

日本生产出果渣纸

日本高崎造纸公司用食品工业废弃的苹果渣生产出果渣纸。生产方法简单, 除去果渣中的籽粒: 将其捣成纸浆, 加入适量的木质纤维即可制成。这种果渣纸用后容易分解, 也可回收重新造纸, 不污染环境。