



高分子纳米香精制备的研究进展

沈洁^{1,2†}, 卢红霞^{3†}, 卢治国^{1,2}, 张田露¹, 朱为宏⁴, 江黎明⁵, 申有青⁶, 肖作兵^{7,8*}, 张欣^{1*}

1. 中国科学院过程工程研究所, 生化工程国家重点实验室, 北京 100190

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 青岛科技大学化工学院, 青岛 266042

4. 华东理工大学化学与分子工程学院, 上海 200237

5. 浙江大学化学工程与生物工程学院, 杭州 310058

6. 浙江大学材料与化学工程学院, 杭州 310058

7. 上海香料研究所, 上海 200232

8. 上海应用技术大学香料香精技术与工程学院, 上海 200233

† 同等贡献

* 通讯作者, E-mail: xzb@sit.edu.cn; xzhang@ipe.ac.cn

收稿日期: 2018-08-23; 接受日期: 2018-10-17; 网络版发表日期: 2018-12-05

国家重点研发计划芳香纳米材料制备与应用研究(编号: 2016YFA0200303)资助项目

摘要 香精是种类和功能多样的精细化学品, 已经广泛应用于人们生活中. 但因香精的主要成分为沸点低、易挥发的物质, 所以存在留香时间短、对环境敏感的缺点, 限制了其被广泛的应用. 如何控制和减缓香料的挥发, 稳定香精的性质是提高香精应用效率的难点和重点. 目前, 利用高分子材料将易挥发的香精纳米化, 构建缓控释体系, 可以有效解决上述问题. 本文对高分子纳米香精的制备方法及其研究进展进行了综述.

关键词 香精, 纳米化, 高分子, 缓释, 控释

1 引言

香精是在香辛料中提炼出来的一种挥发性油的总称, 化学成分主要为脂肪族、芳香族和萜类化合物以及由它们构成的含氧衍生物如醇、醚、醛、酸、酯、内酯等^[1]. 香精在人类生活中的应用十分广泛, 例如, 食用香精应用于饮品和食品中, 可以提升食品的香味, 增加食用者的食欲. 同时, 香精 also 具有很好的药用价值: 迷迭香可以增强记忆力, 消除炎症^[2]; 姜黄素^[3]、

香豆素^[4]等对治疗神经退行性疾病具有重要的意义; 一些香精还具有抗氧化和抑菌的作用^[5], 是化妆品的重要原料. 随着经济的发展, 香精已经成为人们生活的必需品, 且需求量日益升高. 香精产业已经成为国民经济中的重要组成之一.

香精由含有易挥发成分和敏感活性的物质组成. 在释放过程中, 香精的挥发速度易受光、热等因素影响而加快. 这不仅大大减少了香精的使用寿命, 更重要的是, 香料的迅速释放形成了过浓的香气, 进而大

引用格式: Shen J, Lu H, Lu Z, Zhang T, Zhu W, Jiang L, Shen Y, Xiao Z, Zhang X. Preparation of polymer nano-fragrance: a review. *Sci Sin Chim*, 2019, 49: 591–596, doi: 10.1360/N032018-00195

大损害了使用者的用香体验. 因此, 发展技术手段、制备新型香料, 实现香精的缓慢、持续释放至关重要. 随着纳米技术尤其是纳米材料的发展, 通过高分子材料将香精纳米化, 构建香精缓释体系, 为实现香精的缓释提供了有效的方法.

香精纳米化是采用一些特殊性质的高分子材料, 通过物理或化学结合的方式包覆香精分子, 使其与外界环境隔离, 避免或减小外界紫外线、光、温度、湿度、pH等因素的影响, 有效地保护香精, 其中外部起包覆作用的材料成为壁材, 包埋在内部的材料称为芯材^[6,7]. 香精纳米化可以减缓或控制香精香料的挥发, 延长香精香料的留香时间. 高分子纳米香精还能够很大程度上改善香精的溶解性、提高稳定性等. 因尺寸居于纳米尺度范围内, 高分子纳米香精更易于分散和进行化学修饰, 在化妆品、日用品等制品上加香更容易, 可以有效地增加产品的附加值^[8,9]. 制备高分子纳米香精的方法也有许多种, 按照反应的性质进行分类, 可主要分为化学方法和物理化学方法, 通过这些方法可以构建不同的香精缓控释体系, 如纳米胶囊、微球、脂质体等. 本文对高分子纳米香精的制备方法进行了总结, 并将代表性及最新研究成果进行了综述.

2 化学方法

化学方法主要是通过聚合反应、固化反应等化学反应生成能够包覆芯材的壁材. 化学法制备纳米香精具有无需添加固化剂、直接利用化学反应交联固化、机理明确、可操控因素多的优势, 是香精纳米化最广泛的方法^[10].

2.1 乳液聚合法

乳液聚合法由四种组分构成: 非水溶性单体、连续相介质、引发剂和乳化剂. 其基本原理是在强烈的搅拌或振荡作用下, 非水溶性单体分散到水或有机溶剂的介质中形成乳状液, 通过利用引发剂或高能辐射引发聚合反应, 大量单体增溶至表面活性剂中并形成聚合物, 体系示意图如图1所示. 乳液聚合法是实验室中高分子聚合常用的方法^[11].

Zhang等^[12]以*N*-异丙基丙烯酸酰胺为内相、甲基丙烯酸甲酯和二乙烯基苯为外相单体、改性的二氧化硅为稳定剂, 利用反相乳液聚合法制备出聚*N*-异丙基丙

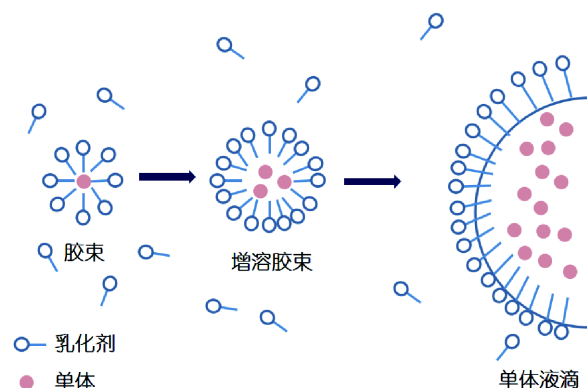


图1 乳液聚合体系示意图^[11] (网络版彩图)

Figure 1 The schematic of emulsion polymerization systems [11] (color online).

烯酰胺/聚甲基丙烯酸甲酯/二氧化硅杂化复合胶囊. 该复合胶囊具有温敏性, 因此可以通过调节释放溶剂温度来控制香精的释放速率. Liu等^[13]通过乳液聚合法合成了包覆有古龙香型精油的甲基丙烯酸甲酯和苯乙烯共聚物纳米胶囊, 并应用于棉织物的加香实验中, 显示出良好的洗涤耐受性和热稳定性. 该纳米胶囊具有较小的球形尺寸, 且颗粒大小分配均匀, 负载香精的效率和包封率可分别达到42.7%和85.4%. Song等^[14]利用海藻酸钠和4-(2-噻唑偶氮)-1,3-二氨基苯(TA-DAB)作为保护壳、烷基醇聚氧乙烯醚作为乳化剂、季戊四醇四丙烯酸酯作为交联剂、甲基丙烯酸甲酯作为单体, 与TADAB聚合, 通过复合凝聚乳液聚合法合成壳-核结构的苹果香味的高分子纳米香精, 并应用于化妆品中, 可稳定功效成分.

2.2 界面聚合法

界面聚合法是将被包埋的香精(芯材)和包埋材料(壁材)分别溶于互不相溶的两种溶剂中, 然后通过注射等方法将含有芯材的溶液分别分散于壳层体系中, 通过两相界面的交联或者聚合反应来获得纳米胶囊(图2). 这种方法适用于水溶性或油溶性芯材的包裹, 制备过程中必须采用有机溶剂^[15]. 通过该方法制得的纳米胶囊在形貌、硬度、空隙、热特性和渗透性上都具有良好的性能^[16], 且具有反应速度快、操作简便的优势.

Ichura等^[17]利用乙二胺和对苯二甲酰氯之间的界面聚合反应, 在滤纸表面合成了含有柑桔皮挥发性精

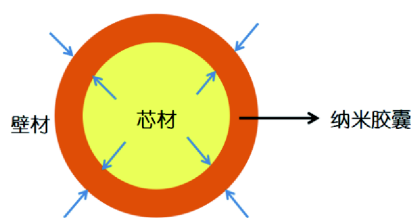


图 2 界面聚合法示意图^[11] (网络版彩图)

Figure 2 The schematic of interfacial polymerization [11] (color online).

油的聚酰胺薄膜, 并对纸品加香效果、最佳条件进行研究. 该方法延长了纸品中的香精存留时间, 同时研究发现, 纸品上可固定的香精量与乙二胺浓度相关, 乙二胺的最佳浓度为10%, 反应最佳时间为10 min. Chen等^[18]将木质素与烯丙基发生醚化反应, 并通过声波降解分散在油/水微乳液体系中, 烯丙基化的木质素与基于硫醇的交联剂发生聚合反应形成高分子纳米胶囊, 该纳米胶囊可以有效包覆疏水性的香豆素-6, 而且仅在低pH条件下快速释放, 中性或碱性条件下释放缓慢, 因此可以通过调节溶液的pH来控制香豆素-6的释放速率.

2.3 悬浮聚合法

界面聚合法和原位聚合法都是以单体为原料, 通过聚合反应形成壁材, 而悬浮聚合法是直接以聚合物为原料, 聚合物单体溶解在有机相中, 然后聚合物进行悬浮交联固化, 沉淀在有机相表面, 最终形成可负载香精的壁材^[19]. 悬浮聚合法的优点是反应容易控制、产物易分离处理.

Lin等^[20]使用甲基丙烯酸酯和苯乙烯作为单体、二乙烯基苯作为交联剂, 通过悬浮聚合法合成茶树油微球, 不仅提高了茶树油的热稳定性, 将茶树油的分解温度由110℃提升至150℃, 而且延长了茶树油的持续释放时间, 具有很好的抗菌效果, 可有效地应用于食品防腐加工中.

化学方法制备纳米香料对固、液、气态芯材均适用, 芯材一般为活性物质. 除以上几种常用的方法以外, 还有很多制备高分子纳米香料的方法, 如溶胶-凝胶法^[21]、锐孔法^[22]等. 溶胶-凝胶法就是用含有高化学活性组分的液体化合物作前驱体, 在液相条件下将原料均匀混合, 并通过水解、缩合化学反应在溶液中形成稳定的溶胶体系, 溶胶经陈化形成具有三维空间网

络结构的凝胶, 凝胶经干燥、固化等处理后形成最终的纳米材料. 锐孔法所需设备简单、成本低、低温条件下操作, 而且可以制得粒径均一的纳米胶囊. 锐孔法要求壁材具有可溶性, 原理是壁材液和香料混合, 通过锐孔滴入凝固液中, 在凝固液的作用下, 高分子聚合物凝固形成纳米胶囊. 制备高分子纳米香料时, 要综合材料、条件等各方面因素选择最适宜的方法.

3 物理化学方法

物理化学方法多用于固体和液体芯材的包覆, 尤其是易挥发、热稳定性差的物质. 这种方法主要是通过改变温度、pH或加入电解质等, 析出溶解的成膜材料并沉积在芯材表面形成壁材.

3.1 离子凝聚法

离子凝聚法是基于壳聚糖氨基的正电荷与聚阴离子化合物的负电荷之间的离子相互作用来形成聚电解质复合物. 这种高分子复合物可将香精包裹在其中. 三聚磷酸钠具有无毒、多价的特性, 是最常用的离子交联剂^[23]. 该方法无需使用有机溶剂, 而且反应条件温和, 制备出的纳米胶囊粒径小、包封率高, 是制备高分子纳米香精常用方式^[24].

Xiao等^[25]利用壳聚糖和三聚磷酸钠通过离子凝聚生成可装载芳樟醇的球形纳米胶囊, 并应用于壁纸材料加香工艺中. 通过对合成的壁纸进行性能分析发现, 在较高温度下, 纳米胶囊的稳定性较好, 仍能够减缓芳樟醇释放; 对芳樟醇纳米胶囊乳液进行稳态剪切检测的结果显示乳液为非牛顿流体, 振荡剪切结果显示, 当振荡频率由高到低变化时, 体系从黏性变为弹性. 水飞蓟素是一种从菊科植物水飞蓟的干燥果实中提取得到的天然香料, 具有抗氧化和促进蛋白质再生的功能, 但其水溶性差, 限制了其应用范围. Lee等^[26]利用带负电荷的 γ -聚谷氨酸与壳聚糖的正电荷发生离子聚合作用, 并将水飞蓟素包裹其中, 制备出水溶性的高分子纳米香料, 改善了水飞蓟素水溶性差的问题, 扩大了应用范围. 槲皮素是一类具有抗氧化、抗炎症作用的香精, 但直接作为口服药时会造成吸收不良, 影响治疗效果. Caddeo等^[27]先利用脂质体包覆槲皮素, 在将壳聚糖与三聚磷酸钠络合并与脂质体进行交联形成聚合物复合脂质体, 可表现出抗酸性, 只在碱性条件下释放, 提高

了槲皮素的生物利用度, 优化了其在肠道的释放。

3.2 单凝聚法

单凝聚法将芯材分散在聚合物(如明胶)壁材中, 加入强亲水性非电解质, 如乙醇等, 或强亲水性电解质, 如盐溶液等, 降低壁材的溶解度, 从而使壁材凝聚在芯材的表面发生相分离而形成纳米胶囊。反应时要严格控制pH: pH偏高时, 反应过快会导致过度交联; pH偏低时, 反应又会过慢影响产率^[28,29]。

Ichura等^[30]利用单凝聚法将香叶醇分散在明胶中, 并使用 Na_2CO_3 对含有香叶醇的明胶溶液进行凝聚, 从而将香叶醇固定在纸上, 制备出具有持久释香功能的纸品, 72 h后, 可残留70%的香气。留兰香是从薄荷属草本植物中提取的香精, 具有很好的抗菌作用, 但是其对皮肤的刺激性限制了其应用。Mishra等^[31]利用单凝聚法, 在壳聚糖基质中将留兰香包封制备成纳米胶囊。制备成纳米胶囊后, 由于壳聚糖的作用, 大大减少了留兰香对皮肤的刺激作用, 而且增加了香料的稳定性, 延长了留香时间。

3.3 层层自组装法

层层自组装法是基于带正、负电荷的物质通过静电引力层层交替沉积的自组装技术^[32]。具体制备纳米香料的主要过程为: 先将胶体粒子的悬浮液加入到过量的、与其表面电荷极性相反的聚电解质溶液中, 通过静电相互吸引作用在胶体粒子表面吸附一层带相反电荷的聚电解质层, 并停留足够长的时间, 达到最大程度表面中和。然后, 通过离心、洗涤除去过量的聚电解质。再选择另外一种带相反电荷的聚电解质溶液, 重复上述过程, 使聚电解质在胶体粒子表面交替吸附, 形成多层膜。以带负电荷的胶体粒子为例, 过程说明如图3所示。层层自组装方法的优势在于能够对纳米胶囊的

大小、组成、结构、形态和囊壁厚度进行精确的控制^[33,34]。

香兰素是从香荚兰的种子中提取的一种香料, 可以用作食品、饮料和药品的添加剂, 将香兰素包裹在合适的基质中可以提高其稳定性。Fan等^[35]利用层层自组装法构建了负载香兰素的双层纳米胶囊, 内层为硅前体(四甲氧基硅烷), 外层为壳聚糖, 纳米胶囊的尺寸可以通过改变壳聚糖的用量来调节, 香兰素的负载效率高达95.5%, 而且双层结构对香兰素形成了双重屏障, 能够有效延缓香料的释放速度。Noshad等^[36]分别将大豆分离蛋白、辛烯基琥珀酸酐(OSA)淀粉和壳聚糖通过层层静电沉积法对香兰素进行包覆, 再经过喷雾干燥, 形成最终的高分子纳米香料。通过对纳米香料的吸湿性、溶解性、粒度、封装效率、耐热性等进行评估, 结果显示该纳米香料稳定性明显提高, 即使在80℃仍具有低释放效率, 可用于在食品和药品的香料控释缓释研究中。

3.4 纳米沉淀法

纳米沉淀法操作简单、条件温和、可以通过改变反应条件来调节产物的粒径。原理是将聚合物溶于有机溶剂中, 加入油性表面活性剂和被包裹香精, 得到的有机溶液在搅拌下加入到含水溶性的表面活性剂的水相中。聚合物能在油滴的表面沉积, 形成稳定的悬浮液, 通过减压除去有机溶剂即可得到纳米胶囊的胶体溶液^[37]。

Chin等^[38]采用原位纳米沉淀法在油包水微乳液体系中将姜黄素负载至淀粉纳米颗粒中。与游离姜黄素相比, 含有姜黄素的淀粉纳米颗粒在水溶液中的溶解度更高, 而且可以控制姜黄素在碱性环境中缓慢释放, 在pH为7.4的环境中, 姜黄素从淀粉纳米颗粒中释放时间可超过10天。

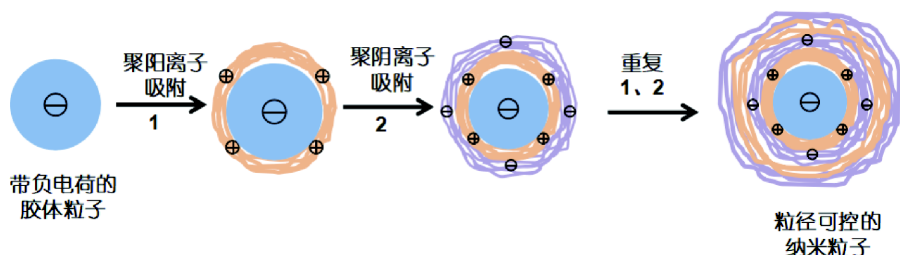


图3 层层自组装法示意图^[32] (网络版彩图)

Figure 3 The schematic of layer by layer method ^[32] (color online).

物理化学方法多适用于固体和液体芯材, 包括精油、油脂和热敏物质等. 物理化学手段制备纳米香料的方法众多, 还包括复相乳液法^[39]、熔融分散法^[40]等.

4 总结与展望

香精香料是精细化学品的重要组成部分, 广泛应用于日常生活中, 可以提高产品的质量和满足人们的需求. 利用纳米技术和高分子材料将香精包覆形成高分子纳米香料, 可以赋予香精更加优良的性能, 增加其稳定性、耐酸碱性, 控制其释放, 延长其使用时间等^[41]. 高分子纳米香料可以扩展香料的应用范围, 已经成为研究的热点.

高分子纳米香料的制备方法很多, 具体应用时要考虑香料本身的性质和具体应用的领域, 还需考虑方

法的可行性和经济性. 纳米香精的制备已取得了许多进展, 但从实验室研究扩大到实际应用中, 仍有很大的进步空间. 尽管纳米化的香精已经在纳米尺寸范围内, 但是在一些领域的应用仍然受限. 在纺织品加香过程中, 若纳米胶囊的尺寸过大, 不易与纺织品黏结, 存在易脱落和留香时间短的问题. 在分子纳米香精研究过程中, 仍需要多方面考虑, 如壁材的选择、包覆香精的壁材和采用的纳米化方法都对香精分子的性质和稳定性具有影响, 工艺放大方面需考虑到成本、效率和环保的问题, 还要考虑到包封效率和安全性等问题.

随着人们对纳米技术研究的深入, 高分子纳米香精香料的生产技术也会愈加成熟, 开发出性质更加优良的缓控释体系, 更好地提高香精香料的品质, 应用范围也会随之扩大.

参考文献

- Wang Q, Gao L, Xu C, et al. *Westleather*, 2010, 9: 35–38 (in Chinese) [王全杰, 高龙, 许长通, 等. 西部皮革, 2010, 9: 35–38]
- Borrás-Linares I, Stojanović Z, Quirantes-Piné R, Arráez-Román D, Švarc-Gajić J, Fernández-Gutiérrez A, Segura-Carretero A. *Int J Mol Sci*, 2014, 15: 20585–20606
- Lim GP, Chu T, Yang F, Beech W, Frautschy SA, Cole GM. *J Neurosci*, 2001, 21: 8370–8377
- Yao Y, Gao Z, Liang W, Kong L, Jiao Y, Li S, Tao Z, Yan Y, Yang J. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2015, 289: 474–481
- Barbulova A, Colucci G, Apone F. *Cosmetics*, 2015, 2: 82–92
- Treeudom T, Wanichwecharungruang SP, Seemork J, Arayachukeat S. *Carbohydr Polym*, 2011, 86: 1602–1609
- Ghayempour S, Montazer M. *J Microencapsul*, 2016, 33: 497–510
- Bin XZY, Lin YE. *Flavour Fragr Cosmet*, 2007, 6: 005
- Madene A, Jacquot M, Scher J, Desobry S. *Int J Food Sci Tech*, 2006, 41: 1–21
- Liu M, He W. *China Food Additiv*, 2003, 5: 6–10 (in Chinese) [刘梅森, 何唯平. 中国食品添加剂, 2003, 5: 6–10]
- Feng X, Liu W. *Chem Adhesion*, 2014, 36: 378–383 (in Chinese) [冯喜庆, 刘文波. 化学与黏合, 2014, 36: 378–383]
- Zhang K, Wu W, Guo K, Chen J, Zhang P. *Langmuir*, 2010, 26: 7971–7980
- Liu C, Liang B, Shi G, Li Z, Zheng X, Huang Y, Lin L. *Flavour Fragr J*, 2015, 30: 295–301
- Song J, Chen H. *Flavour Fragr J*, 2018, 33: 160–165
- Xu Q, Fan Q, Ma J, Guo C. *Mater Rev*, 2015, 29: 81–85 (in Chinese) [徐群娜, 范倩倩, 马建中, 郭从盛. 材料导报, 2015, 29: 81–85]
- Scarfato P, Avallone E, Iannelli P, De Feo V, Acierno D. *J Appl Polym Sci*, 2007, 105: 3568–3577
- Ichiura H, Takayama M, Nishida N, Otani Y. *J Appl Polym Sci*, 2012, 124: 242–247
- Chen N, Dempere L A, Tong Z. *ACS Sustain Chem Eng*, 2016, 4: 5204–5211
- Qiu X, Li W, Song G, Chu X, Tang G. *Sol Energy Mater Sol Cells*, 2012, 98: 283–293
- Lin G, Chen H, Zhou H, Zhou X, Xu H. *Materials*, 2018, 11: 710
- Ashraf MA, Khan AM, Sarfraz M, Ahmad M. *Front Chem*, 2015, 3: 42
- Wang X. *J Zhengzhou Grain College*, 1995, 16: 21–26 (in Chinese) [王显伦. 郑州粮食学院学报, 1995, 16: 21–26]
- Shu XZ, Zhu KJ. *Eur J Pharm Biopharm*, 2002, 54: 235–243
- Berger J, Reist M, Mayer JM, Felt O, Peppas NA, Gurny R. *Eur J Pharm Biopharm*, 2004, 57: 19–34
- Xiao Z, Xu Z, Zhu G. *Food Sci Technol*, 2017, 37: 613–619

- 26 Lee JS, Hong DY, Kim ES, Lee HG. *Colloids Surfs B-Biointerfaces*, 2017, 154: 171–177
- 27 Caddeo C, Díez-Sales O, Pons R, Carbone C, Ennas G, Puglisi G, Fadda AM, Manconi M. *J Colloid Interface Sci*, 2016, 461: 69–78
- 28 Sun J, Jiang Z, Li R. *Food Res Dev*, 2010, 31: 184–187 (in Chinese) [孙健平, 姜子涛, 李荣. 食品研究与开发, 2010, 31: 184–187]
- 29 Mohanty B, Bohidar HB. *Biomacromolecules*, 2003, 4: 1080–1086
- 30 Ichiura H, Kaneda Y. *J Appl Polym Sci*, 2013, 129: 2139–2144
- 31 Mishra N, Rai VK, Yadav KS, Sinha P, Kanaujia A, Chanda D, Jakhmola A, Saikia D, Yadav NP. *AAPS Pharm Sci Tech*, 2016, 17: 482–492
- 32 Johnston APR, Cortez C, Angelatos AS, Caruso F. *Curr Opin Colloid Interface Sci*, 2006, 11: 203–209
- 33 Peyratout CS, Dähne L. *Angew Chem Int Ed*, 2004, 43: 3762–3783
- 34 Borges J, Mano JF. *Chem Rev*, 2014, 114: 8883–8942
- 35 Fan Q, Ma J, Xu Q, Wang J, Ma Y. *Ind Eng Chem Res*, 2018, 57: 6171–6179
- 36 Noshad M, Mohebbi M, Shahidi F, Koocheki A. *Int J Biol Macromolecules*, 2015, 81: 803–808
- 37 Tao Y, Zhang W, Wang Y, Chen J. *Food Ferment Ind*, 2014, 40: 174–179 (in Chinese) [陶缘, 张文娟, 王亚军, 陈健初. 食品与发酵工业, 2014, 40: 174–179]
- 38 Chin SF, Mohd Yazid SNA, Pang SC. *Int J Polym Sci*, 2014, 2014: 1–8
- 39 Mi FL, Sung HW, Shyu SS. *Carbohydr Polym*, 2002, 48: 61–72
- 40 Milanovic J, Manojlovic V, Levic S, Rajic N, Nedovic V, Bugarski B. *Sensors*, 2010, 10: 901–912
- 41 Talegaonkar S, Pandey S, Rai N. *Encapsulations*, 2016, 47–88

Preparation of polymer nano-fragrance: a review

Jie Shen^{1,2†}, Hongxia Lu^{3†}, Zhiguo Lu^{1,2}, Tianlu Zhang¹, Weihong Zhu⁴, Liming Jiang⁵,
Youqing Shen⁶, Zuobing Xiao^{7,8*}, Xin Zhang^{1*}

¹ State Key Laboratory of Biochemical Engineering, Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

² University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

³ Chemical Engineering Institute, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China

⁴ School of Chemistry and Molecular Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China

⁵ College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

⁶ School of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

⁷ Shanghai Research Institute of Fragrance and Flavor Industry, Shanghai 200232, China

⁸ School of Perfume and Aroma Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200233, China.

†These authors contributed equally to this work.

*Corresponding authors (email: xzb@sit.edu.cn; xzhang@ipe.ac.cn)

Abstract: As a sort of fine chemicals, fragrance has many different kinds and functions, and has been widely filtered into various fields in our life. However, main components of fragrance are volatile substances with low boiling point, which makes fragrance hard to retain and sensitive to circumstances. Thus, the scope of fragrance is limited. An effective way to prolong the retention and improve the stability of fragrance is to prepare fragrance in nano-scale and build sustained-controlled release systems by polymer materials. In this review, we summarized the recent progress in preparation of polymer nano-fragrance.

Keywords: fragrance, nanocrystallization, polymer, sustained-release, controlled-release

doi: [10.1360/N032018-00195](https://doi.org/10.1360/N032018-00195)