

文章编号: 1000-5862(2021)04-0432-06

基于荧光纳米传感的 DEHP 快速检测方法研究

宋 玮, 钱群丽, 卢阳阳, 宋卫国*

(上海市农业科学院, 上海 201403)

摘要: 采用一锅法制备了超支化聚乙烯亚胺-铜纳米簇(hPEI-Cu NCs), 并利用其构建“turn on”荧光纳米传感器对邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP)进行定量快速检测。hPEI-Cu NCs 的最佳激发波长为 385 nm, 在 510 nm 处有强发射。透射电镜(TEM)分析结果表明: 其形态呈现良好的分散性, 粒径为 (1.3 ± 0.3) nm。在加入 Cu^{2+} 后, hPEI-Cu NCs 的荧光被 Cu^{2+} 淬灭; 但当存在 DEHP 时, Cu^{2+} 不能淬灭 hPEI-Cu NCs 的荧光, 且使其荧光强度比不加 DEHP 时有所上升。随着 DEHP 质量浓度的增加, hPEI-Cu NCs 的荧光逐渐增强, 从而达到检测 DEHP 的目的。荧光强度变化率 $((I - I_0)/I_0)$ 与 DEHP 的质量分数在 $1.0 \sim 7.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的范围内呈现良好的线性关系, 当信噪比为 3 时计算出 DEHP 的最低检出限约为 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

关键词: 邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯; 快速检测; 荧光纳米传感器

中图分类号: O 657 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.04.18

0 引言

邻苯二甲酸酯(PAEs)作为增塑剂在食品包装材料、服装、洗涤剂、电子设备、医疗设备皮肤护理产品、玩具、药物涂层、涂料和建筑材料等领域中得到了广泛应用, 它能提高产品的弹性和耐用性^[1-4]。邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP)是目前全球用量最大的塑化剂。研究表明: DEHP 是一种具有毒性的塑化剂, 其毒性与雄激素拮抗剂有关, 具有生殖发育毒性, DEHP 的暴露可导致内分泌紊乱、降低人体免疫力、影响孕妇和儿童的身体发育、危害人体生殖能力并促使儿童性早熟, 长期大量摄入 DEHP 会导致肝癌^[5-6]。由于 DEHP 具有可迁移性, 能从食品包装迁移到饮用水中等, 导致其已在各种环境基质和食品样品中被检出。近年来, 不断爆出在一些食品中含有塑化剂的报道, 这不仅严重影响了食品质量安全, 而且进一步引起公众对于食品安全的担忧。因此, 对 DEHP 进行检测和监管尤为重要。目前对 DEHP 的检测方法主要有分析仪器法、免疫分析法和生物传感器法。最常用的方法是分析仪器法, 其中包括高效

液相色谱法(HPLC)^[7-9]、高效液相色谱-质谱法(HPLC-MS)^[10]、气相色谱-质谱法(GC-MS)^[11]和质谱法^[12]等。但这些检测方法均需要大型的检测仪器、特定的实验室和专业的分析操作人员, 成本高且检测周期长, 不适用于现场大量样品的快速筛查。因此, 寻找快速、低成本和适用于现场快速筛查检测 DEHP 的新方法成为目前的研究热点。现已研究出酶联免疫吸附法(ELISA)^[13]、电化学传感器法^[14]、荧光光谱法^[15]、表面增强拉曼光谱法(SERS)^[16]等方法。然而, 这些快速检测方法仍存在一些缺点, 如酶联免疫吸附法存在所需的单克隆抗体制备时间长、多克隆抗体质量不均匀等问题。因此, DEHP 的快速检测方法仍有待优化研究。

铜纳米簇(Cu NCs)以其高荧光量子产率、优异的生物相容性、强抗光漂白能力, 且其荧光发射波长在紫外、可见和红外范围内可调的优点, 广泛应用于荧光光谱快速检测中。本文以超支化聚乙烯亚胺(hPEI)为模板, 合成超支化聚乙烯亚胺-铜纳米簇(hPEI-Cu NCs), 利用其较好的荧光性能, 以其作为荧光输出信号, 构建“turn on”荧光纳米传感器对 DEHP 进行检测。如图 1 所示, 在发绿色荧光的

收稿日期: 2021-03-25

基金项目: 国家自然科学基金面上课题(31772189)和上海市科委青年科技英才扬帆计划(18YF1421000)资助项目。

作者简介: 宋 玮(1989—), 女, 宁夏吴忠人, 副研究员, 博士, 主要从事农产品质量安全监测及快速检测技术研究。

E-mail: songwei890214@163.com

通信作者: 宋卫国(1979—), 男, 山东成武人, 研究员, 博士, 主要从事农产品质量安全检测及农药毒理学研究。E-mail:

sunvegous@hotmail.com

hPEI-Cu NCs 中加入 Cu^{2+} , Cu^{2+} 与 hPEI 形成铜氨配体, Cu NCs 的荧光被淬灭. 但当同时存在 Cu^{2+} 和 DEHP 时, 在 Cu^{2+} 的作用下 DEHP 会和三磷酸尿苷 (UTP) 形成复杂结构的化合物, Cu^{2+} 无法淬灭 hPEI-Cu NCs 的荧光, 从而达到检测 DEHP 的目的.

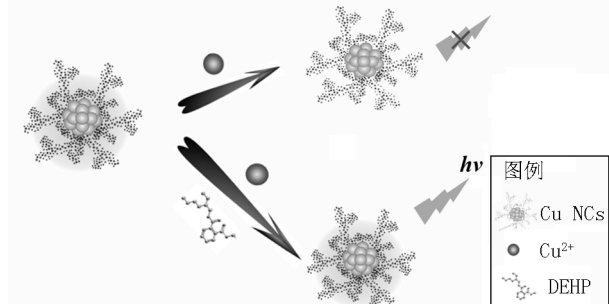


图1 “turn on”荧光检测 DEHP 原理图

1 材料与方法

1.1 实验材料

仪器: 分析天平(赛多利斯仪器系统有限公司, 北京), RCT basic safety control 磁力搅拌器(艾卡仪器设备有限公司, 广州), F-7000 FL 荧光分光光度计(Hitachi 公司, 日本), JEM-2010 透射电子显微镜(日本电子株式会社, 日本), WfH-203 三用紫外分析仪(精科实业有限公司, 上海).

试剂: 超支化聚乙烯亚胺(hPEI, 阿拉丁生化科技股份有限公司, 上海), 硝酸铜(A. R. 级, 国药集团化学试剂有限公司, 上海), 乙酸(A. R. 级)、氢氧化钠(ACS 级)、抗坏血酸(ACS 级)(阿拉丁生化科技股份有限公司, 上海), 三磷酸尿苷(UTP, 质量分数为 95%, 西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司, 上海).

1.2 超支化聚乙烯亚胺-铜纳米簇(hPEI-Cu NCs)的合成与表征

1.2.1 超支化聚乙烯亚胺-铜纳米簇(hPEI-Cu NCs)的合成 将 120 mg hPEI 加入 2 mL 的超纯水中搅拌 10 min 使其溶解. 所得溶液用乙酸调节其 pH 值至 5 然后边搅拌边加入 2 mL $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. 待 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 hPEI 反应 10 min 后, 将 7 mg 抗坏血酸(AA)加入反应溶液中, 保持搅拌使混合溶液继续反应 8 h. 所有反应均在室温下进行. 将制备好的 hPEI-Cu NCs 放置于 4°C 冰箱中保存待用.

1.2.2 hPEI-Cu NCs 的表征 利用 F-7000 FL 荧光分光光度计(Hitachi 公司, 日本)对 hPEI-Cu NCs 的荧光光谱进行表征; 利用 EM-2010 透射电子显微镜(日本电子株式会社, 日本)对 hPEI-Cu NCs 的形态进行表征.

1.3 DEHP 的检测

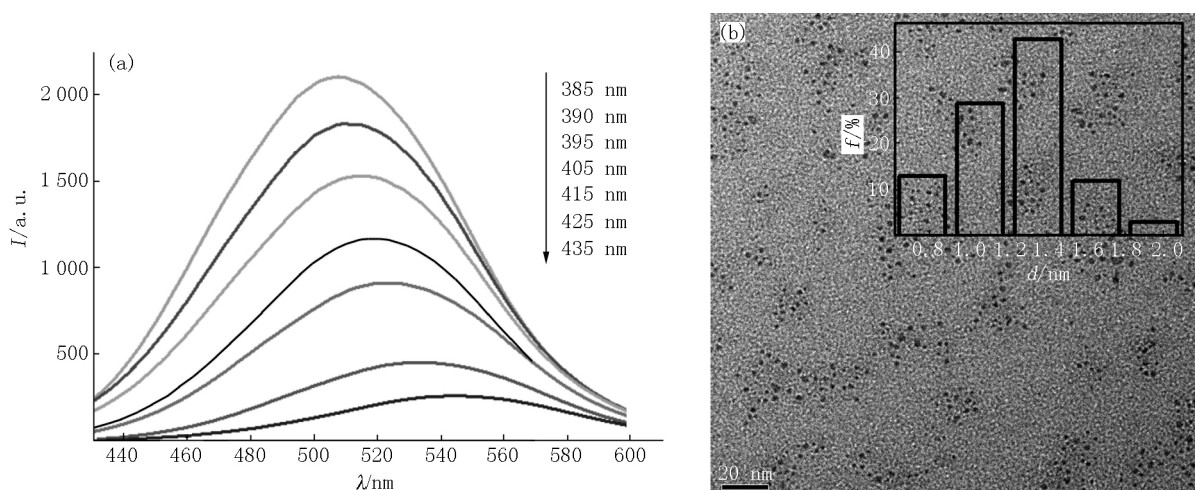
在 $40 \mu\text{L}$ $6 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu^{2+} 的溶液中加入 $40 \mu\text{L}$ $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 UTP 和 $40 \mu\text{L}$ $10 \times \text{NaNO}_3\text{-MOPS}$ 缓冲溶液(pH 值为 7.0), 再加入 $40 \mu\text{L}$ 不同质量分数的 DEHP 溶液和 $80 \mu\text{L}$ 超纯水. 混合溶液在 37°C 下孵育 15 min 后, 加入 $160 \mu\text{L}$ 的 hPEI-Cu NCs 溶液在 37°C 下孵育 10 min. 将混合溶液加入荧光分光光度计微量比色池中, 用荧光分光光度计测其荧光光谱.

2 结果与分析

2.1 hPEI-Cu NCs 表征

hPEI 含有丰富的胺基, 能与金属离子相互作用并且使其稳定, 是合成金属纳米配合物的良好模板剂和保护剂^[17]. 因此, 本文以 hPEI 为模板合成 hPEI-Cu NCs^[18]. 在 pH 值约为 9 时, hPEI 能与 Cu^{2+} 相互作用形成稳定的 hPEI- Cu^{2+} 络合物, 阻碍 Cu^{2+} 还原. 即使使用强还原剂也很难将 Cu^{2+} 还原成 Cu^0 形成 Cu NCs. 因此, 在添加还原剂前, 需将 pH 值调至弱酸性, 以防止 hPEI 与 Cu^{2+} 相互作用, 从而促进 Cu NCs 的合成. 当混合溶液在紫外灯下变为绿色时, 表明成功地合成了 hPEI-Cu NCs. 对合成的 hPEI-Cu NCs 进行荧光光谱检测, 研究其最佳激发波长. 如图 2(a) 所示, 随着激发波长的改变, hPEI-Cu NCs 的发射波长也随着发生变化. 当选择激发波长为 385 nm 时, hPEI-Cu NCs 在 510 nm 处的荧光峰最强. 进一步通过透射电镜(TEM)对 hPEI-Cu NCs 进行形态表征, 结果如图 2(b) 所示, hPEI-Cu NCs 呈现良好的分散性, 没有团聚的现象产生. 这为后续实验提供了稳定的荧光探针. 从 hPEI-Cu NCs 的粒径分布图(见图 2(b)内插图)可以看出, hPEI-Cu NCs 的平均粒径为 $(1.3 \pm 0.3) \text{ nm}$. 这些结果表明以 hPEI 为模板成功地制备了 hPEI-Cu NCs.

为得到荧光特性较佳的 hPEI-Cu NCs, 对其合成方法进行了优化. 首先, 对 hPEI 的质量浓度进行优化. 如图 3(a) 所示, 随着 hPEI 质量浓度的增加, 制备的 hPEI-Cu NCs 的荧光强度也随之增强. 当 hPEI 质量浓度为 $60 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, hPEI-Cu NCs 的荧光强度达到最大. 如图 3(b) 和图 3(c) 所示, 当 CuNO_3 的物质的量浓度为 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、反应时间为 8 h 时, hPEI-Cu NCs 的荧光强度达到最大. 故本文选择 hPEI 的质量浓度为 $60 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 CuNO_3 的物质的量浓度为 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、反应时间为 8 h 来合成 hPEI-Cu NCs.



注: (a) hPEI-Cu NCs 在不同激发波长下的荧光发射光谱 (b) hPEI-Cu NCs 的 TEM 图(内插图为其粒径分布图)。

图2 hPEI-Cu NCs 表征

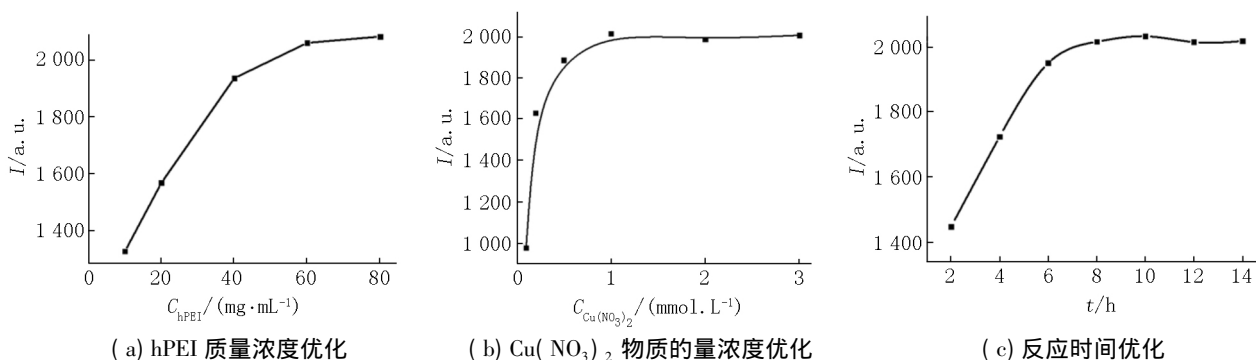


图3 hPEI-Cu NCs 合成条件优化

2.2 hPEI-Cu NCs 荧光纳米传感器检测 DEHP 的检测原理

众所周知,表面配体是影响纳米簇荧光的主要因素. hPEI-Cu NCs 之所以有较强的荧光,是由于 hPEI 中的富电子基团氨基可以与 Cu NCs 表面相互作用,直接将离域电子转移到 Cu NCs 核心,这在很大程度上促进了荧光的产生.然而,当存在 Cu^{2+} 时, Cu^{2+} 会与 hPEI 表面的氨基相互作用,阻止 hPEI 的电荷转移到 Cu NCs 的核心,从而导致荧光淬灭^[18].

如图4所示,当同时存在 Cu^{2+} 和 DEHP 时,UTP 和 DEHP 以 Cu^{2+} 为交联剂形成复杂结构的化合物^[19], Cu^{2+} 无法与 hPEI 表面的氨基相互作用,使得 Cu NCs 的荧光保持不变. DEHP 的质量分数越高,与其反应的 Cu^{2+} 越多,使得可以淬灭 Cu NCs 荧光的 Cu^{2+} 越少, Cu NCs 的荧光被淬灭得越少, Cu NCs 的荧光强度越强(与只存在 Cu^{2+} 时的荧光强度相比),从而可以达到“turn on”荧光定量检测 DEHP 质量分数的目的.

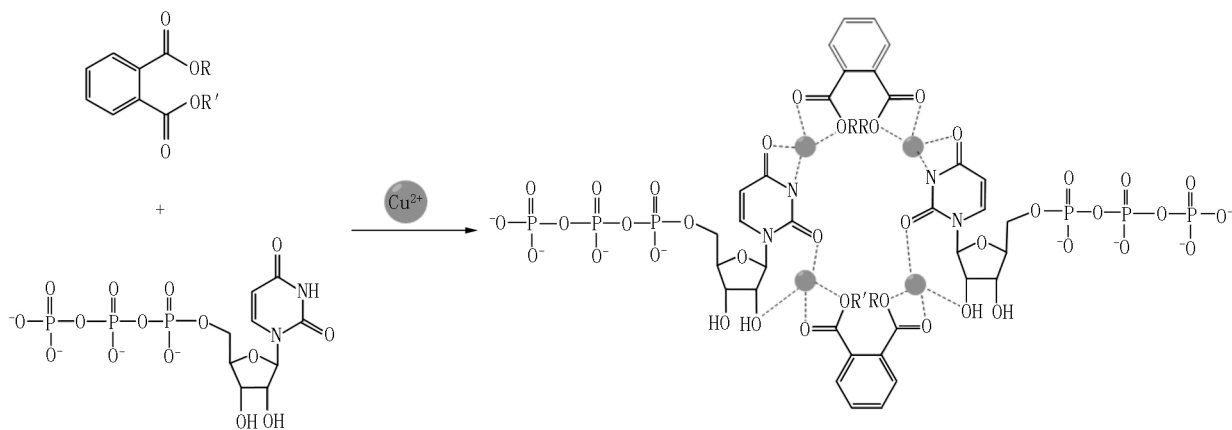


图4 DEHP 与 UTP 在 Cu^{2+} 作用下的反应示意图

2.3 hPEI-Cu NCs 荧光纳米传感器检测 DEHP 的实验条件优化

为了使检测效果最佳,对实验条件进行优化.首先,对 Cu^{2+} 物质的量浓度进行优化.在 DEHP 质量分数为 0% 时,选择在 Cu^{2+} 淬灭 hPEI-Cu NCs 荧光效果最佳时的浓度.如图 5(a) 所示,当 Cu^{2+} 的物质的量浓度为 $6 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, hPEI-Cu NCs 荧光强度最低.如图 5(b) 所示,对 Cu^{2+} 淬灭 hPEI-Cu NCs 荧光的反应时间进行优化,当反应 10 min 时, hPEI-Cu NCs 荧光强度最低.因此选择 Cu^{2+} 的物质的量浓度

为 $6 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、反应时间 10 min 为 hPEI-Cu NCs 荧光淬灭最佳反应条件.再对 UTP 物质的量浓度和反应时间进行优化.如图 6(a) 和图 6(b) 所示,当 UTP 的物质的量浓度为 $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、反应时间为 15 min 时, hPEI-Cu NCs 的荧光强度最强.这说明在该条件下,以 Cu^{2+} 为桥梁,UTP 能和 DEHP 充分反应.因此,选择 UTP 的物质的量浓度为 $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、反应时间为 15 min 作为 DEHP 检测的最佳反应条件.

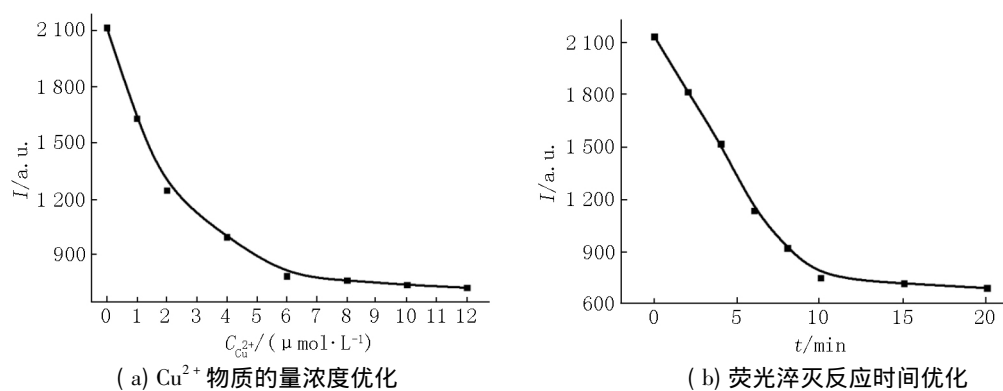


图5 Cu^{2+} 淬灭 hPEI-Cu NCs 荧光条件优化

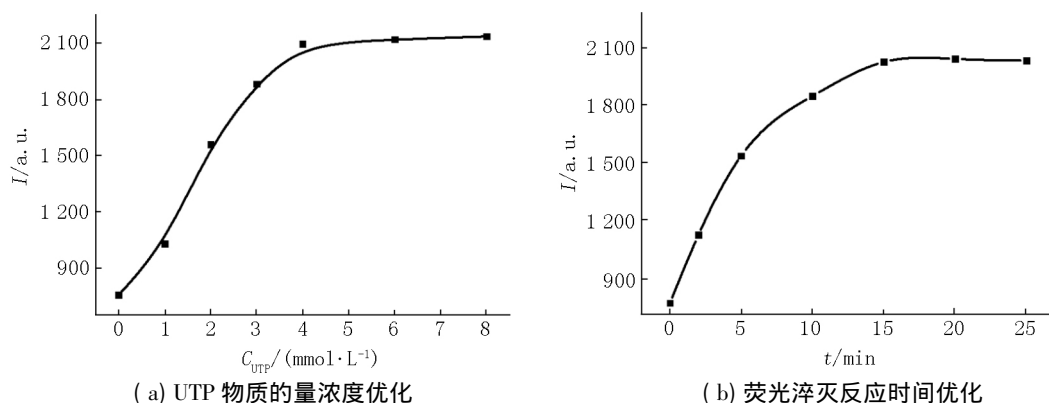


图6 检测 DEHP 反应条件优化

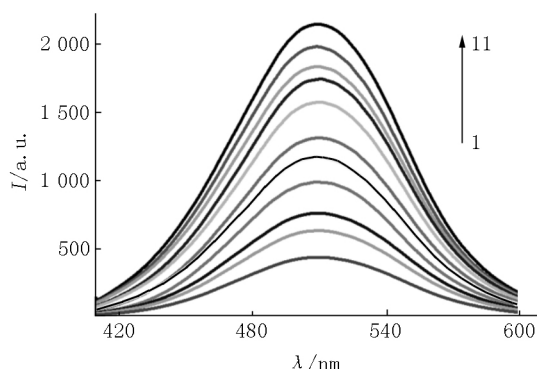
2.4 hPEI-Cu NCs 荧光纳米传感器检测 DEHP

在最优的实验条件下,利用 hPEI-Cu NCs “turn on” 荧光纳米传感器方法定量检测 DEHP 的质量分数.当不存在 DEHP 时, Cu^{2+} 会淬灭 hPEI-Cu NCs 的荧光.如图 7(a) 所示,当加入不同质量分数的 DEHP 时,随着 DEHP 质量分数的逐渐增加,参与 UTP 和 DEHP 反应的 Cu^{2+} 逐渐增多,能够淬灭 hPEI-Cu NCs 荧光的 Cu^{2+} 逐渐减少,导致 hPEI-Cu NCs 的荧光逐渐恢复,荧光强度逐渐增强,从而达到荧光 “turn on” 定量检测 DEHP 质量分数的目的.曲线 1 ~ 曲线 11 是在 DEHP 质量分数分别为 0、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、10.0、40 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时 hPEI-Cu NCs 的荧光光谱曲线.由图 7(a) 看出,DE-

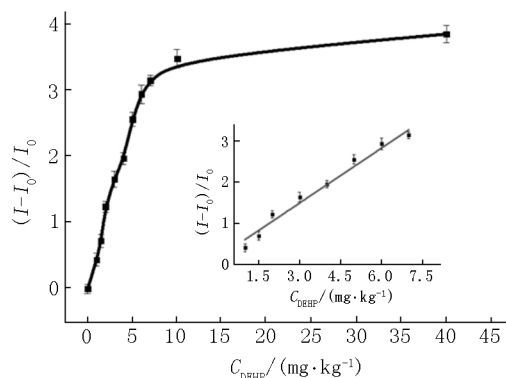
HP 的质量分数在 $0 \sim 40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 范围内能被此 hPEI-Cu NCs 荧光传感器检测.如图 6(b) 所示,荧光强度变化率 $((I - I_0) / I_0)$ 与 DEHP 的质量分数在 $1 \sim 7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的范围内呈现良好的线性关系.因此, hPEI-Cu NCs 荧光 “turn on” 荧光传感器检测 DEHP 的质量分数,其线性范围为 $1 \sim 7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.当信噪比为 3 时计算出最低检出限约为 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.在 GB 9685—2016《食品接触材料及制品用添加剂使用标准》和《卫办监督函{2011}551 号》中规定在食品 and 食品添加剂中 DEHP 的限量均为 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [20-21].在最新颁布的 GB/T 39110—2020《消费品 塑胶材料 邻苯二甲酸酯类增塑剂快速筛选》[22] 中,DEHP 的检出限为 $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,定量下

限为 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. 因此, 本文方法可定量检测 DEHP

的质量分数, 且最低检测限符合国家标准的限量值.



(a) 检测 DEHP 的荧光光谱图



(b) 检测 DEHP 的线性

图 7 hPEI-Cu NCs 荧光“turn on”方法定量检测 DEHP

2.5 hPEI-Cu NCs 荧光纳米传感器对实际样品中 DEHP 的检测

为证明 hPEI-Cu NCs 荧光“turn on”纳米传感器能够在实际样品中对 DEHP 进行检测, 采用标准加入法对白酒中 DEHP 的质量分数进行检测. 在白酒样品中加入不同质量分数的 DEHP 标准品进行加标回收率实验, 结果如表 1 所示. 表 1 结果说明 hPEI-Cu NCs 荧光“turn on”纳米传感器有望用于实际样品中 DEHP 的质量分数检测.

表 1 在白酒中 DEHP 的质量分数检测

添加质量分数 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	检出质量分数 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	回收率 /%
3.0	2.7	90.0 ± 0.6
6.0	5.5	91.0 ± 0.8
9.0	8.0	88.9 ± 0.5
12.0	14.2	109.2 ± 0.8

3 结论与讨论

本文以 hPEI 为模板合成 hPEI-Cu NCs, 利用其作为荧光探针, 构建荧光“turn on”纳米传感器对 DEHP 进行定量快速检测. 采用一步法合成 hPEI-Cu NCs 避免了复杂的偶联、修饰和标记过程, 达到纳米材料免标记的目的. 合成的 hPEI-Cu NCs 分散且稳定. 用 hPEI-Cu NCs 构建的荧光“turn on”纳米传感器, 荧光随 DEHP 质量分数的增加而增强. 荧光强度变化率 $(I-I_0)/I_0$ 与 DEHP 质量分数在 $1 \sim 7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的范围内呈现良好的线性关系, 当信噪比为 3 时计算出 DEHP 的最低检出限约为 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

4 参考文献

[1] Autian J. Toxicity and health threats of phthalate esters:

review of the literature [J]. Environmental Health Perspectives, 1973, 4: 3-26.

[2] Staples C A, Peterson D R, Parkerton T F et al. The environmental fate of phthalate esters: a literature review [J]. Chemosphere, 1997, 35(4): 667-749.

[3] Xu Gang, Li Fasheng, Wang Qunhui et al. Occurrence and degradation characteristics of dibutyl phthalate (DBP) and di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in typical agricultural soils of China [J]. Science of the Total Environment, 2008, 393: 333-340.

[4] Sun Ruiyan, Zhuang Huisheng. A sensitive heterogeneous biotin-streptavidin enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in beverages using a specific polyclonal antibody [J]. Analytical Methods, 2014, 6: 9807-9815.

[5] Melnick R L. Is peroxisome proliferation an obligatory precursor step in the carcinogenicity of di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)? [J]. Environmental Health Perspectives, 2001, 109: 437-442.

[6] Saillenfait A M, Langonne I, Leheup B. Effects of mono-n-butyl phthalate on the development of rat embryos: in vivo and in vitro observations [J]. Toxicology and Applied Pharmacology, 2001, 89(2): 104-112.

[7] Aignasse M F, Prognon P, Stachowicz M et al. A new simple and rapid HPLC method for determination of DEHP in PVC packaging and releasing studies [J]. International Journal of Pharmaceutics, 1995, 113(2): 241-246.

[8] Lin Deng, Wu Feng, Deng Nansheng et al. Determination of trace DEHP in aqueous solution by solid phase microextraction coupled with high performance liquid chromatography [J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2005, 14(6): 494-497.

[9] Li Boping, Lin Qinbao, Song Huan et al. Determination of DEHP and DNOP in PVC film by ASE-RP-HPLC [J]. Chinese Journal of Applied Chemistry, 2008, 25(1): 63-66.

- [10] Pinguet J ,Kerckhove N ,Eljezi T ,et al. New SPE-LC-MS/MS method for the simultaneous determination in urine of 22 metabolites of DEHP and alternative plasticizers from PVC medical devices [J]. *Talanta* 2019 ,198: 377-389.
- [11] Cai Zhiming ,Zhang Qianlong ,Zhao Wenhong ,et al. GC-MS determination of phthalates (DBP and DEHP) dissolved from plastic bags [J]. *Physical Testing and Chemical Analysis ,Part B: Chemical* 2003 ,39: 529-530.
- [12] Sahub C ,Tuntulani T ,Nhujak T ,et al. Effective biosensor based on graphene quantum dots via enzymatic reaction for directly photoluminescence detection of organophosphate pesticide [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2018 , 258: 88-97.
- [13] Zhang Mingcui ,Hong Wentong ,Wu Xiayu ,et al. A highly sensitive and direct competitive enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in infant supplies [J]. *Analytical Methods* , 2015 ,13(7) : 5441-5446.
- [14] Han Yu ,Diao Donglin ,Lu Zhangwei ,et al. Selection of group-specific PAE-binding DNA aptamers via rational designed target immobilization and applications for ultrasensitive and highly selective detection of PAEs [J]. *Analytical Chemistry* 2017 ,89(10) : 5270-5277.
- [15] Lim H J ,Kim A R ,Yoon M Y ,et al. Development of quantum dot aptasensor and its portable analyzer for the detection of di-2-ethylhexyl phthalate [J]. *Biosensors and Bioelectronics* 2018 ,121: 1-9.
- [16] Tu Dandan ,Garza T J ,Coté L G. A SERS aptasensor for sensitive and selective detection of bis (2-ethylhexyl) phthalate [J]. *RSC Advances* 2019 ,5(9) : 2618-2625.
- [17] Yuan Zhiqi ,Cai Nan ,Du Yi ,et al. Sensitive and selective detection of copper ions with highly stable polyethylenimine-protected silver nanoclusters [J]. *Analytical Chemistry* 2014 ,86(1) : 419-426.
- [18] Liu Zhichao ,Qi Jianwen ,Hu Chun ,et al. Cu nanoclusters-based ratiometric fluorescence probe for ratiometric and visualization detection of copper ions [J]. *Analytica Chimica Acta* 2015 ,895: 95-103.
- [19] Zhang Min ,Liu Yuqiang ,Ye Bangee. Rapid and sensitive colorimetric visualization of phthalates using UTP-modified gold nanoparticles cross-linked by copper(II) [J]. *Chemical Communication* 2011 ,47(43) : 11849-11851.
- [20] 罗欣阳 ,郑悦珊 ,陈科. 食用油塑化剂事件监测技术体系的研究 [J]. *广东化工* 2019 ,46(9) : 79-80.
- [21] 张玉环 ,雷亚楠 ,鲁皓. 食品中邻苯二甲酸酯类塑化剂的检测技术研究进展 [J]. *食品安全质量检测学报* , 2021 ,12(1) : 202-209.
- [22] 中华人民共和国国家标准. GB/T 39910—2020 消费品 塑胶材料 邻苯二甲酸酯类增塑剂快速筛选 [S]. 北京: 标准出版社 2020.

The Fluorescent Nanosensor-Based Rapid Detection Assay for DEHP

SONG Wei ,QIAN Qunli ,LU Yangyang ,SONG Weiguo *

(Shanghai Academy of Agricultural Sciences ,Shanghai 201403 ,China)

Abstract: A "turn on" fluorescent nanosensor is constructed for rapid detection of DEHP by using one-pot method prepared hPEI-Cu NCs. The best excitation wavelength of hPEI-Cu NCs is 385 nm ,and has a strong emission at 510 nm. The morphology of hPEI-Cu NCs is characterized by transmission electron microscopy (TEM) . It shows good dispersion and its particle size is (1.3 ± 0.3) nm. After adding Cu^{2+} ,the fluorescence of hPEI-Cu NCs is quenched by Cu^{2+} . When DEHP is present ,the fluorescence will rise because the fluorescence of hPEI-Cu NCs can not be quenched by Cu^{2+} . With the increase of DEHP concentration ,the fluorescence of hPEI-Cu NCs gradually increased so as to achieve the purpose of detecting DEHP. The fluorescence intensity change rate and DEHP concentration show a good linear relationship in the range of $1.0\text{--}7.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. When the signal-to-noise ratio is 3 , the lowest detection limit is calculated to be about $0.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Key words: DEHP; rapid detection assay; fluorescent nanosensor

(责任编辑: 刘显亮)