



# 基于免疫磁珠和荧光量子点的纳米生物传感器快速检测恩诺沙星

沈亚芳<sup>1</sup>, 何雅雯<sup>1</sup>, 傅迎春<sup>1,\*</sup>, 李延斌<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>生物系统工程与食品科学学院, 浙江大学, 杭州 310058

<sup>2</sup>Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Arkansas, AR 72701, USA

Contact: ycfu@zju.edu.cn; yanbinli@zju.edu.cn

中国化学会第31届学术年会  
构建化学新时代

## 摘要

本文利用免疫磁珠 (IMBs) 和荧光量子点 (QDs) 构建了一种纳米生物传感器, 实现对恩诺沙星 (ENR) 的快速、灵敏检测。恩诺沙星-牛血清白蛋白修饰的量子点 (QDs-BSA-ENR) 和样品中的ENR竞争性与IMBs表面位点结合, 通过测定QDs-BSA-ENR-IMBs复合物的荧光信号即可实现对ENR的定量检测。结果显示, 在1-100 ng mL<sup>-1</sup> 范围内, 复合物的荧光信号强度与ENR浓度之间呈现良好的线性关系, 检测限为0.94 ng mL<sup>-1</sup>。该纳米生物传感器也被成功应用于实际鸡肉样品的检测, 检测限为16.26 μg kg<sup>-1</sup>, 低于中国与欧盟规定的ENR最高限量标准。该方法简单、灵敏, 有望成为一种现场快速检测抗生素的有效手段。

## 检测原理

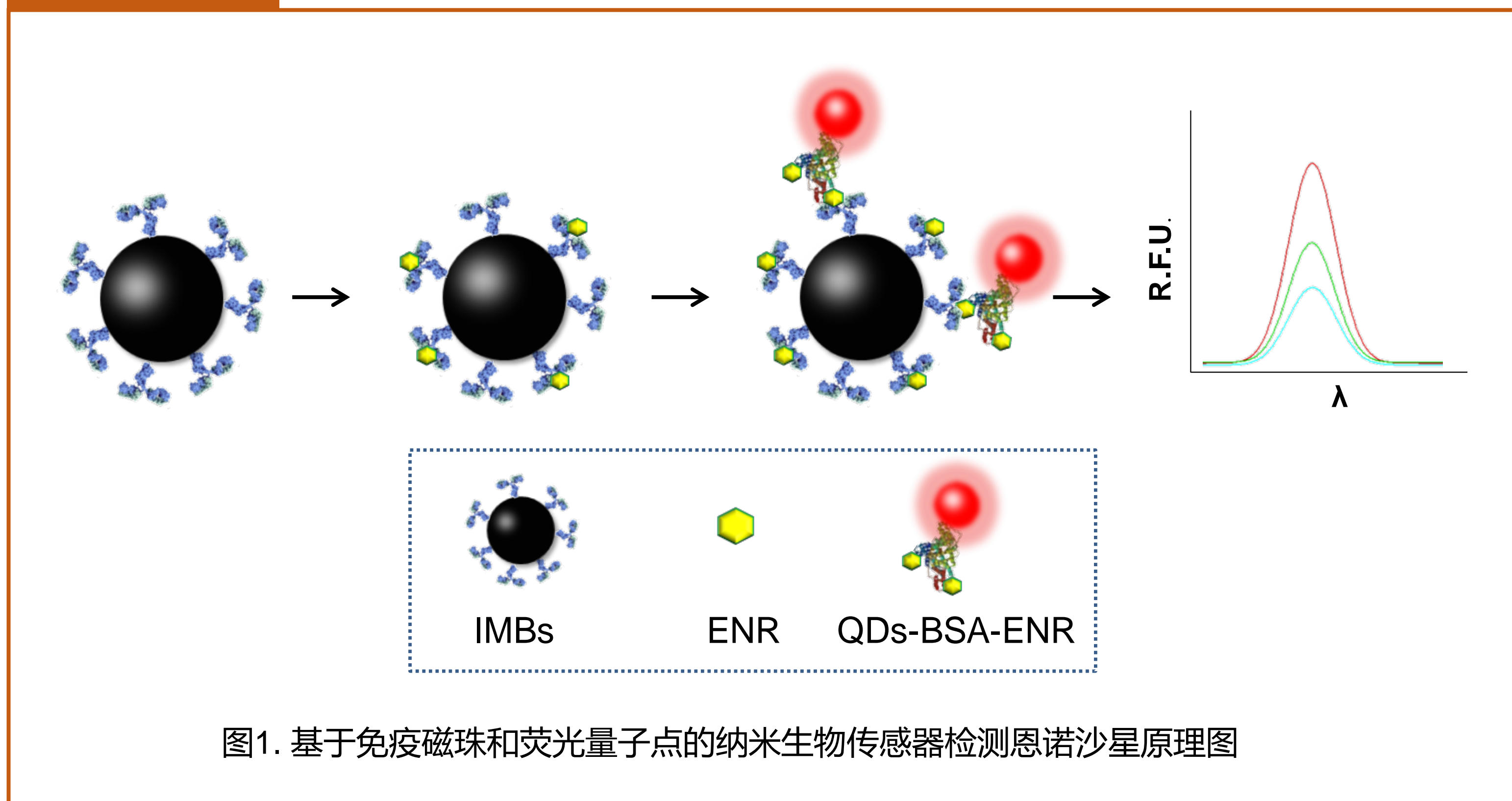


图1. 基于免疫磁珠和荧光量子点的纳米生物传感器检测恩诺沙星原理图

## 结果与讨论

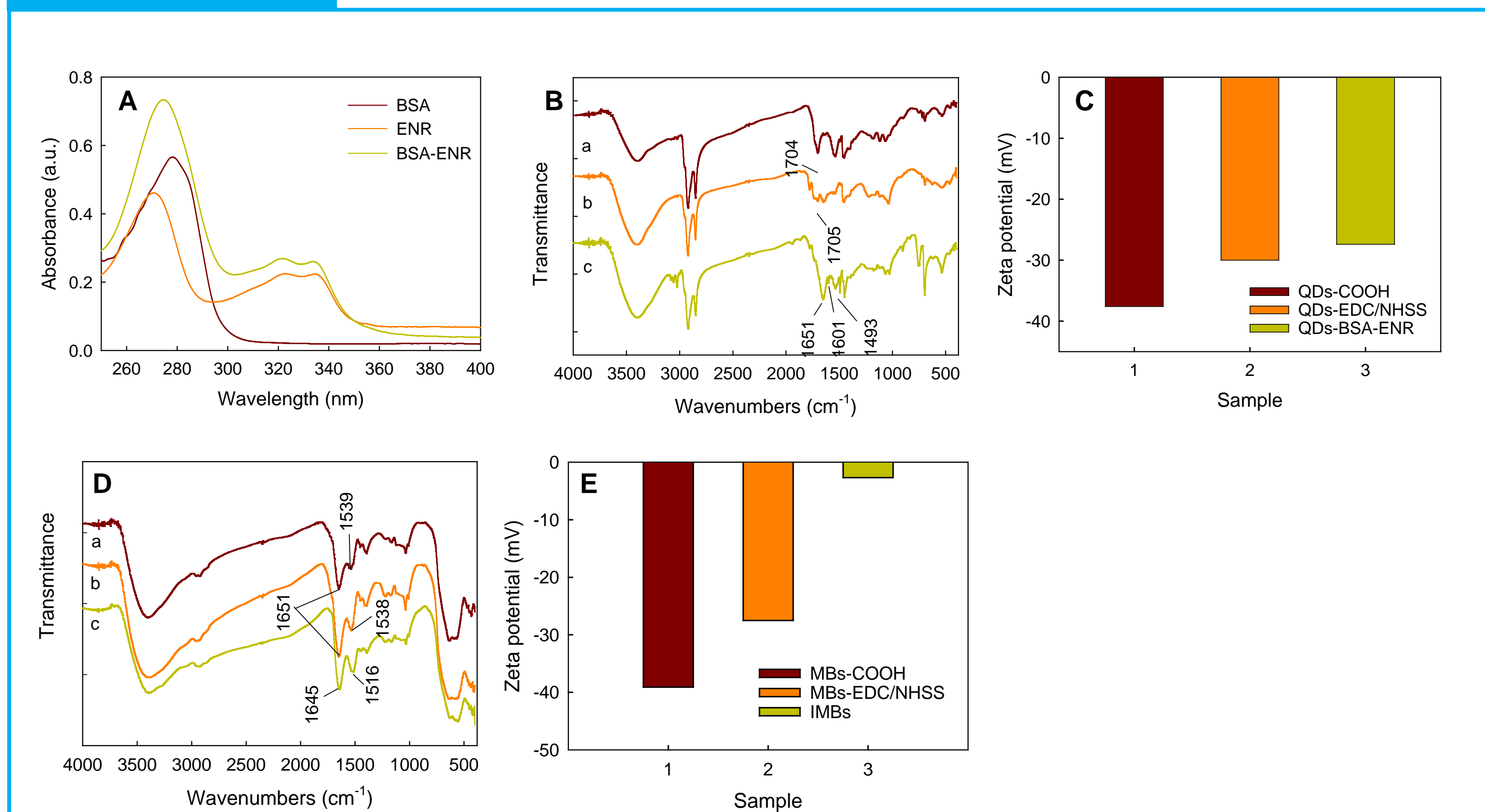


图2. (A) BSA, ENR和BSA-ENR的紫外吸收光谱图; (B) QDs-COOH (1), QDs-EDC/NHSS (2)和QDs-BSA-ENR (3)的傅里叶变换红外光谱图; (C) QDs-COOH, QDs-EDC/NHSS和QDs-BSA-ENR的Zeta电位表征; (D) MBs-COOH (1), MBs-EDC/NHSS (2)和IMBs (3)的傅里叶变换红外光谱图; (E) MBs-COOH, MBs-EDC/NHSS和IMBs的Zeta电位表征

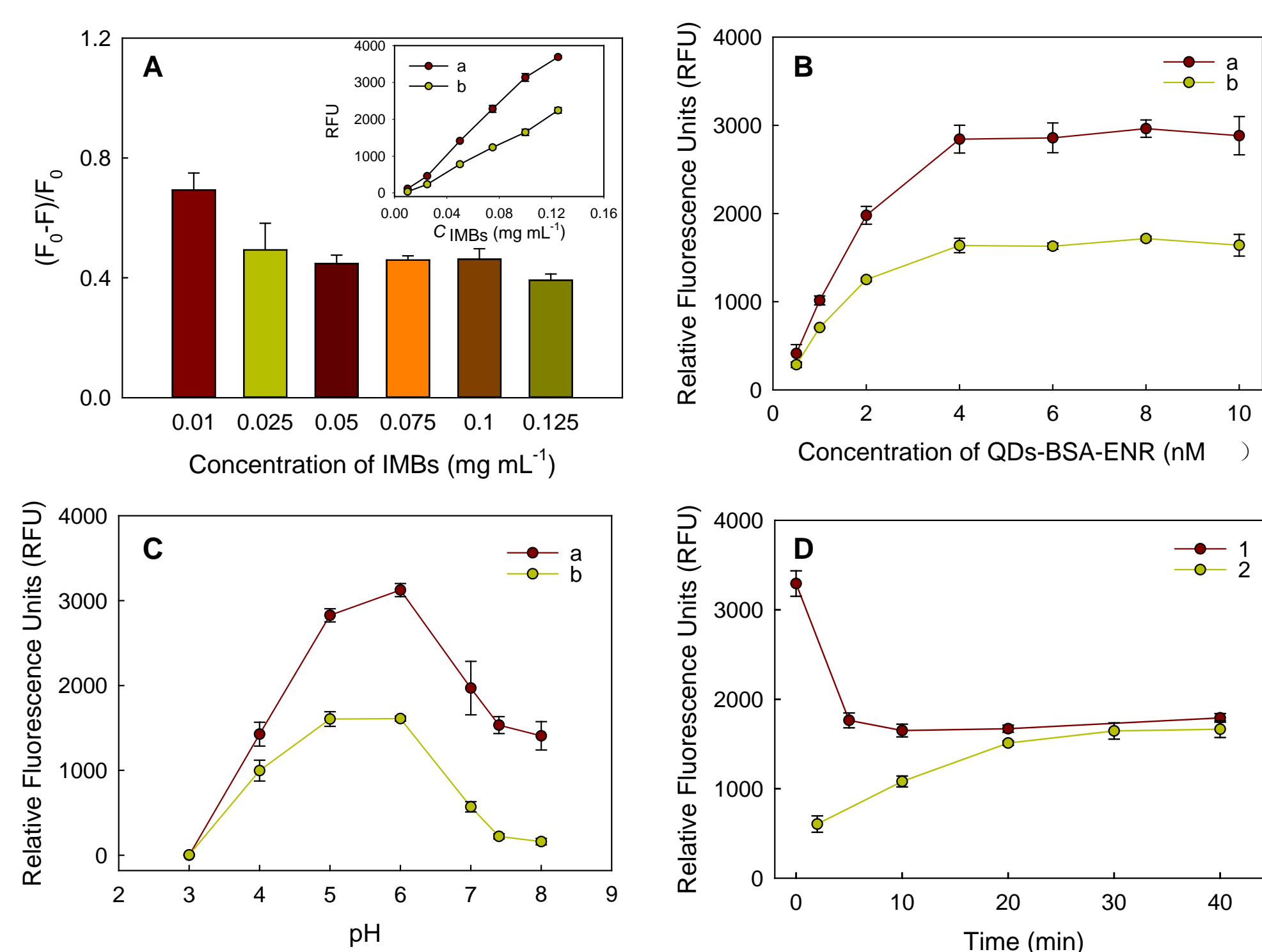


图3. (A) IMBs浓度, (B) QDs-BSA-ENR浓度和 (C) pH优化, 其中 (a) 为无目标物存在, (b) 为25 ng mL<sup>-1</sup> 的ENR下的荧光响应; (D) ENR捕获时间 (1) 和IMBs与QDs-BSA-ENR结合时间优化

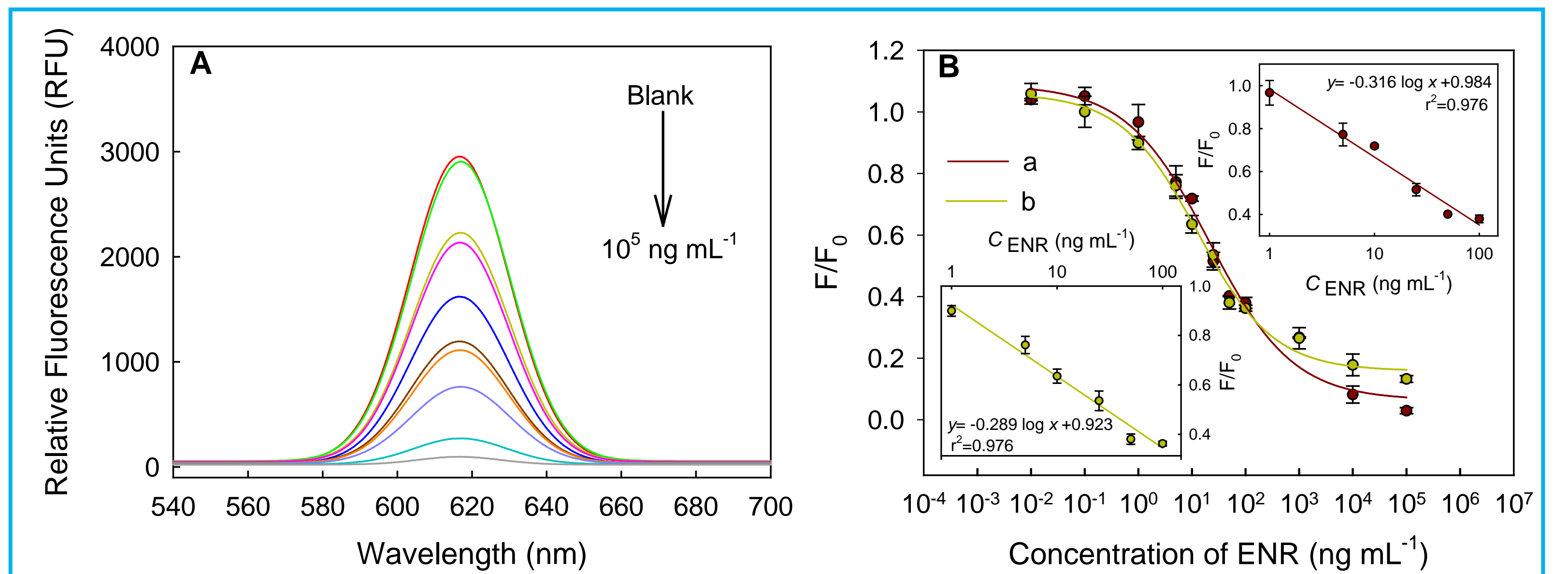


图4. (A) 荧光响应随ENR浓度的变化; (B) ENR在PBS缓冲液 (a) 和鸡肉浸提液 (b) 中的校准曲线, 其中插图为ENR与相对荧光强度之间的线性关系

荧光信号随ENR浓度的升高而降低。该纳米生物传感器在PBS缓冲液中的检测限为0.94 ng mL<sup>-1</sup>, 线性区间为1-100 ng mL<sup>-1</sup>, 在鸡肉浸提液中的校准曲线与在PBS缓冲液中的校准曲线没有显著性差异 ( $p > 0.05$ )。

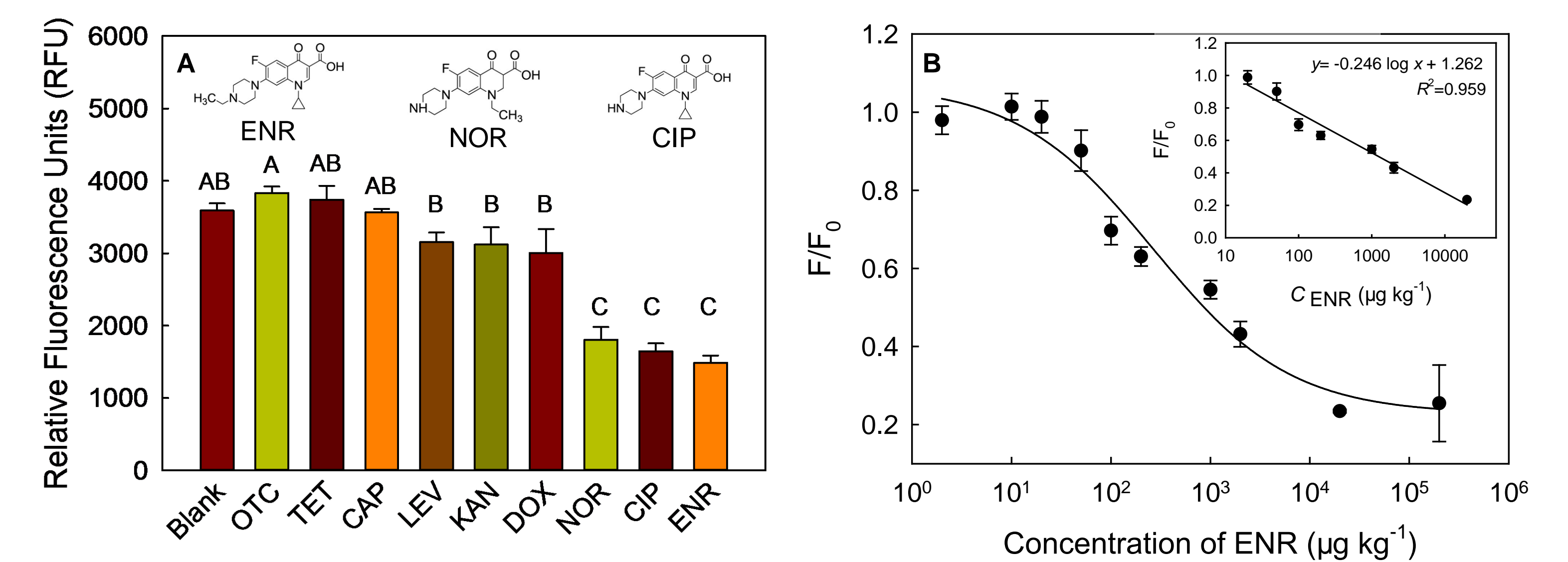


图5. (A) 该纳米生物传感器对不同抗生素的特异性 (OTC: 盐酸土霉素; TET: 盐酸四环素; CAP: 氯霉素; LEV: 左氧氟沙星; KAN: 硫酸卡那霉素; DOX: 盐酸脱氧土霉素; NOR: 诺氟沙星; CIP: 盐酸环丙沙星; ENR: 恩诺沙星), 不同的字母代表各组间具有显著性差异 ( $p < 0.01$ ); (B) 该生物传感器在鸡肉样品中的检测性能, 其中插图为鸡肉样品中的ENR与相对荧光强度之间的线性关系

相对于空白对照, OTC, TET, CAP, LEV, KAN和DOX没有显著性差异 ( $p > 0.01$ ), 而NOR, CIP和ENR具有显著性差异 ( $p < 0.01$ ), NOR和CIP具有交叉反应性, 这可能是由于这两种抗生素与ENR结构相似。该方法在鸡肉样品中的检测限为16.26 μg kg<sup>-1</sup>。

## 结论

- 本文开发了一种基于免疫磁珠和荧光量子点的纳米生物传感器实现对恩诺沙星的快速检测, 该方法灵敏度较高并且具备检测实际鸡肉样品的潜力。
- 后期将结合便携式荧光仪在家禽生产链进行现场检测。

## 致谢

本工作得到沃尔玛百货公司国际合作研究项目 (项目号0402-70013-21-0000) 的大力支持。

## 参考文献

- Yu H. W., Jang A., Kim L. H., et al., Environ. Sci. Technol., 2011, 45, 7804.  
Li N., Chow A. M., Ganesh H. V. S., et al., Anal. Chem., 2013, 85, 9699.