

研究生论文摘要

纳米比色化学传感器的设计及其在生物
分子检测中的应用

博士研究生 孙嘉宇 导师 汪鹏飞

(学位授予单位 中国科学院理化技术研究所, 北京 100190)

近年来,人们一直致力于制作能够在复杂实际样品中高灵敏度和选择性地检测被测物种的比色型光化学传感器. 具备高选择性和灵敏度的比色型传感器的研究已经成为目前传感器领域的研究热点. 纳米科技爆炸式的发展为优化比色型化学传感器的性能提供了可能.

本论文基于对比色型光化学传感器的充分认识,和对纳米材料在构建比色型传感器中的优势的深刻理解,使用纳米材料构建了 3 种分别能够实现高选择性和高灵敏度检测环境中生物分子的比色型化学传感器,结果如下:

1. 设计合成了一种表面经过巯基乙酸修饰的纳米金传感器. 这种传感器能在水溶液中和链霉素发生静电和氢键作用并团聚. 在团聚的过程中,纳米金溶胶在 520 nm 处的单分散等离子共振吸收峰不断下降,而 700 nm 左右的团聚等离子共振吸收峰则不断上升. 我们使用这种纳米金传感器检测了牛奶样品中的链霉素存在,发现 50 ppb 的链霉素就可以引起纳米金溶胶颜色发生明显改变.

2. 设计合成了一种表面经过巯基乙胺修饰的纳米金传感器. 修饰了巯基乙胺的纳米金表面带有大量的正电荷,能够通过静电作用与脂多糖结合并且团聚. 在此过程中,纳米金溶胶在 520 nm 处的单分散等离子共振吸收峰不断下降,而在 650 nm 处的团聚等离子共振吸收峰会不断上升. 结果表明,这种传感器对脂多糖的检测限可以达到 3.3×10^{-10} mol/L.

3. 设计合成了一种同时带有葡萄糖氧化酶(GOx)和辣根过氧化物酶(HRP)的蛋白质/磷酸铜杂合纳米花,使用该杂合纳米花构建了检测葡萄糖的比色型化学传感器. 杂合纳米花上的 GOx 催化氧化葡萄糖产生过氧化氢,杂合纳米花上的 HRP 可以催化过氧化氢氧化变色底物产生颜色变化. 因杂合纳米花上的葡萄糖氧化酶和辣根过氧化物酶在距离上十分接近,可避免反应中过氧化氢发生降解,因此传感器对葡萄糖的检测灵敏度得到大幅度提高.