

锌离子荧光分子探针研究进展

锌是人体中含量仅次于铁的一种重要微量元素，广泛分布于细胞和体液中。它直接参与体内各种生命代谢过程，也被广泛使用在各类工业生产中。常用的紫外光谱、圆二色谱、核磁共振、电子顺磁共振、循环伏安法等分析方法均不适用于高效测定 Zn^{2+} 。荧光法具有操作简便、灵敏度高、选择性好等优点，与显微镜连用可实现对细胞内外金属离子高时空分辨率的成像，这是其它传统分析方法无法比拟的。近年来报道的锌离子荧光探针主要基于三种作用机制：光诱导电子转移(PET)、分子内电荷转移(ICT)、荧光共振能转移(FRET)。

1987年，Frederickson 等首次报道了基于喹啉的 TSQ(6-甲氧基-8-对甲苯磺酰胺喹啉, 6-methoxy-8-ptoluenesulfonamido-quinoline)分子探针，其作为一种组织荧光染色剂可用于神经细胞内的 Zn^{2+} 成像。此后，不断有文章报道以喹啉为母核，具有高选择性和灵敏性的 Zn^{2+} 荧光分子探针。

2010年，Zhang 等报道了一个以荧光素[图 9.2(A)]为能量供体，罗丹明[图 9.2(B)]为能量受体的基于 FRET 机理的 Zn^{2+} 荧光探针 26[图 9.2(C)]。加入 Zn^{2+} 后，荧光素位于 518 nm 的荧光峰降低，而能量受体罗丹明在 590 nm 处出现一个强峰，且峰强之比 I_{590}/I_{518} 与锌离子浓度($2.0 \times 10^{-7} \sim 2.0 \times 10^{-5}$)成良好线性关系，显示了探针 26 测量锌离子浓度的巨大优势。细胞实验表明，探针 26 也能够高分辨地监测细胞内的 Zn^{2+} 。

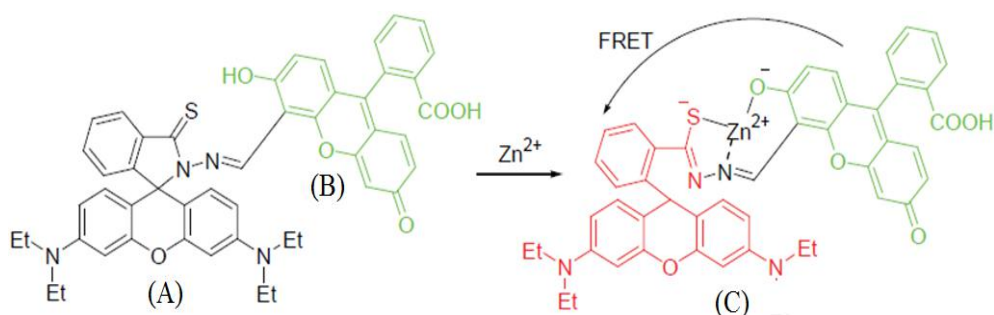


图 9.2 荧光素-罗丹明- Zn^{2+} 配合物荧光探针的结构

由于生物体内 Zn^{2+} 的广泛存在，设计、合成高选择性和灵敏度、高亲和力、良好膜渗透性的水溶性 Zn^{2+} 荧光探针仍将是 Zn^{2+} 荧光检测领域研究的热点。此外，生物技术、纳米技术和超分子化学的交叉融合，也将给开发和制备新型 Zn^{2+} 荧光分子探针带来新的启示。