

文章编号:1001-5078(2004)06-0496-02

射线、射线诱变固体 DNA 的拉曼光谱分析

唐伟跃,王杰芳,侯晓强

(郑州大学物理工程学院,河南 郑州 450052)

摘要:利用拉曼光谱仪得到了固体 DNA 在 γ 射线、 β 射线诱变前后的拉曼光谱。实验结果表明:经过 γ 射线、 β 射线诱变以后,归属于腺嘌呤(A)的 1304cm^{-1} 和 1340cm^{-1} 频率发生了改变;归属于胸腺嘧啶(T)、胞嘧啶(C)的 786cm^{-1} 、归属于脱氧核糖磷酸盐链的 884cm^{-1} 、归属于脱氧核糖(d)中 C-O 的对称伸缩振动 1010cm^{-1} 强度有不同程度的减弱;归属于 C-O 伸缩振动的 1068cm^{-1} 和归属于脱氧核糖的 1468cm^{-1} 消失;分析认为:DNA 经过 γ 射线、 β 射线的诱变后,脱氧核糖的振动、脱氧核糖磷酸盐链的振动以及 C-O 的伸缩振动都会发生不同程度的减弱;硷基和胸腺嘧啶发生变化;与 DNA 垂直的硷基-硷基相互作用遭到破坏。

关键词:脱氧核糖核酸(DNA);诱变;拉曼光谱; γ 射线; β 射线

中图分类号: O433.1;Q691.2 **文献标识码:** A

Analyses on Raman Spectrum of Solid DNA Induced by γ -ray、 β -ray

TANG Wei-yue, WANG Jie-fang, HOU Xiao-qiang

(The Physics and Engineering College of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Raman spectrum of solid DNA induced by γ -ray、 β -ray have been obtained by Raman spectroscopy. The result shows: after inducing by γ -ray、 β -ray, the frequencies of adenine line at 1304cm^{-1} and 1340cm^{-1} have a little changes; the intensity of 786cm^{-1} belonging to thymine and cytosine, 884cm^{-1} belonging to deoxyribose-phosphate and 1010cm^{-1} belonging to C-O stretch vibration decrease by different degree; 1068cm^{-1} belonging to C-O stretch vibration and 1468cm^{-1} belonging to deoxyribose are disappeared. By analyzing we make out: After γ -ray、 β -ray radiation, the vibrations of deoxyribose, deoxyribose-phosphate and C-O stretch vibration will decrease in different degree; the changes take place in T and A; the interaction of base-base which perpendicular with DNA will be destroyed.

Key words: DNA; induce; Raman spectrum; γ -ray; β -ray

1 引言

脱氧核糖核酸(DNA)是生物遗传信息的贮存库,具有双螺旋结构,DNA主要集中在细胞核内,具有复制、转录的功能。几年来国内外有许多关于用拉曼(Raman)光谱研究 DNA 的报道^[1-4],本文利用拉曼光谱仪得到经 γ 射线、 β 射线辐照前后固体 DNA 的拉曼光谱,并将其进行比较分析,研究 DNA 拉曼光谱的变化。

2 实验仪器和材料

2.1 法国 Jobin-Yvon 公司生产的 HRD-1 型双

光栅单色仪,45° Raman 散射,激发光源为美国 Spectra-Physics 公司生产的 Millennia 半导体激光器,激光波长为 532.0nm ,功率为 120mW 。

2.2 小牛胸腺 DNA(购自华美生物工程公司),呈纤维状固体。固体 DNA 分成 2 组,1 组为正常 DNA,可获得正常 DNA 的拉曼光谱;2 组为经 γ 射线、 β 射线辐照的 DNA,用以获得诱变后的拉曼光谱。

作者简介:唐伟跃(1958-),男,副教授,从事医用物理学教学与科研工作。

收稿日期:2004-02-09

2.3 放射源为 ^{137}Cs ,可放出 0.514MeV 和 1.18 MeV 的射线和 0.66MeV 的射线,射线的放射性活度为 20 μCi ,辐照时间 30min。

3 实验结果与讨论

3.1 图 1 为正常小牛胸腺固体 DNA 的拉曼光谱;图 2 为经射线、射线辐照后小牛胸腺固体 DNA 的拉曼光谱(整个过程均在 DNA 相对湿度 < 45% 的条件下进行)。

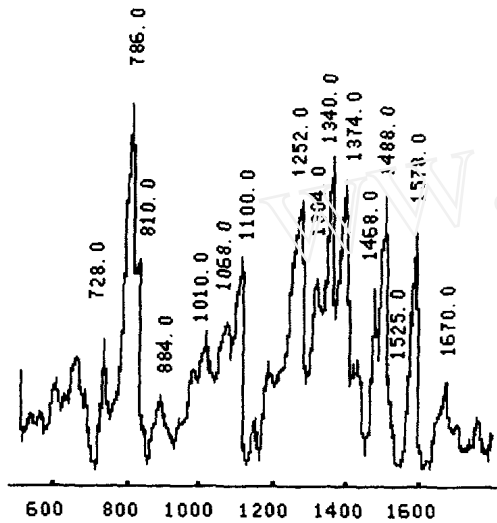


图 1 正常 DNA 的拉曼光谱

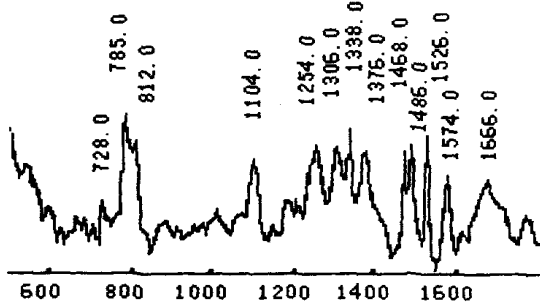


图 2 诱变后 DNA 的拉曼光谱

3.2 射线、射线诱变前后拉曼光谱谱线分析。

3.2.1 正常固体 DNA 拉曼光谱各谱线的归属

正常 DNA 的拉曼光谱中(如图 1),728 cm^{-1} 归属于腺嘌呤(A),786 cm^{-1} 最强,归属于胸腺嘧啶(T)、胞嘧啶(C),810 cm^{-1} 归属于磷酸二酯键 O-P-O 的对称伸缩振动,884 cm^{-1} 归属于脱氧核糖磷酸盐链,1010 cm^{-1} 和 1068 cm^{-1} 归属于脱氧核糖(d)中 C-O 键的伸缩振动,1100 cm^{-1} 归属于骨架磷酸离子中 O-P-O 的对称伸缩振动,是 B-DNA 型的螺旋特征线,1252 cm^{-1} 归属于 C 和 A 的贡献,1304 cm^{-1} 和 1340 cm^{-1} 都是 A 的贡献,1374 cm^{-1} 归属于 T、A 和鸟嘌呤(G)的环振动,1468 cm^{-1} 归属于脱氧核糖的贡献,1488 cm^{-1} 和 1578 cm^{-1} 归属于 G 和 A 的贡献,

1525 cm^{-1} 归属于 G 和 C,1670 cm^{-1} 则归属于羰基(C=O)的伸缩振动^[5,6]

3.2.2 诱变后 DNA 各谱线的变化

经过射线、射线辐照诱变以后,拉曼光谱如图 2。可以看出,786 cm^{-1} 、810 cm^{-1} 、1100 cm^{-1} 相对强度有明显的减弱,频率有 1 cm^{-1} 、2 cm^{-1} 、4 cm^{-1} 的变化,说明部分磷酸二酯键 O-P-O 的断裂;884 cm^{-1} 、1010 cm^{-1} 、1068 cm^{-1} 在图 2 中消失,说明 DNA 结构的变化,即主链的断裂;各碱基经辐照后其频率和相对强度也发生了不同程度的变化,1304 cm^{-1} 、1525 cm^{-1} 显著增强,1670 cm^{-1} 也有增强趋势,1304 cm^{-1} 、1374 cm^{-1} 、1525 cm^{-1} 、1578 cm^{-1} 、1670 cm^{-1} 频率分别变化了 2 cm^{-1} 、2 cm^{-1} 、1 cm^{-1} 、4 cm^{-1} 、4 cm^{-1} 。这些变化是碱基对间氢键的断裂。

综上所述:DNA 中嘌呤碱、嘧啶碱对射线、射线有强烈吸收,所以, DNA 经过射线、射线的诱变后脱氧核糖酸盐链的振动以及磷酸二酯键、脱氧核糖中 C-O 的伸缩振动都会发生不同程度的减弱;碱基 A 和胸腺嘧啶 T 发生变化;与 DNA 垂直的碱基-碱基堆积相互作用遭到破坏。

射线是带电粒子流,与物质作用时能够产生电离和激发;射线是高能的光子流,具有较高的穿透能力,与物质作用时能够产生康——吴散射和电子对生成。当射线、射线与 DNA 作用时, DNA 碱基对受损,主链断裂、双螺旋结构遭到破坏,使 DNA 失去复制、转录的功能。因此,临床上用射线(或电子射线)、射线对恶性肿瘤进行放射治疗,达到杀死癌细胞的作用,具有一定疗效。但放疗同时会给正常细胞带来损害,产生一定的副作用。

参考文献:

- [1] 赵晓杰,江山,等.抗癌药物 ADM 与 DNA 相互作用的紫外共振拉曼光谱的研究[J].生物化学杂志,1994, 10(3):325-329.
- [2] 张淑辉,林俊,等. He-Ne 激光诱变白细胞 DNA 的拉曼光谱研究[J].生物物理学报,1996,12(3):384-388.
- [3] 龙耀庭,周立繁. DNA 的表面增强傅立叶变换拉曼光谱研究[J].光谱学与光谱分析,1996,16(3):60-65.
- [4] Sailer K, Viaggi S, Nusse M. Radiation-induced Structural Modifications in dsDNA Analysed by FT Raman Spectroscopy. Int J. Radiat. Biol.,1996,69(5):601-13.
- [5] Peticolas WL. Raman Spectroscopy of DNA and Proteins. Methods Enzymol,1995,246(4):399-406.
- [6] 王杰芳,唐伟跃,等. DNA 热变性的拉曼光谱研究[J].应用激光,2000,20(5):228-230.