

航天诱变育种甜椒品系的红外光谱分析

杨群¹, 王怡林¹, 杨爱明², 杨德³

1. 楚雄师范学院物理与电子科学系, 云南 楚雄 675000
2. 云南大学实验中心, 云南 昆明 650091
3. 云南农业大学园林园艺学院, 云南 昆明 650201

摘要 首次采用傅里叶变换红外光谱法(FTIR)对航天诱变育种甜椒品系种子和一般大田生产的甜椒品种种子进行了对比研究, 比较了它们红外光谱的异同。甜椒种子的红外光谱主要由蛋白质的吸收带和碳水化合物的吸收带组成。航天育种的两个甜椒品系种子(SP11和SP18)红外光谱的主要吸收峰的峰位、峰形与普通甜椒品系种子相同, 表明经航天诱变的甜椒其主要化学成分和基本结构并未发生变化。太空甜椒种子, 在 $2854, 1652, 1542$ 以及 $1160\sim 1062\text{ cm}^{-1}$ 范围内的吸收都较普通甜椒种子增加。 2855 cm^{-1} 峰是 CH_2 —伸缩振动, 1652 cm^{-1} 处的吸收峰为酰胺 I 带, 是 $\text{C}=\text{O}$ 的伸缩振动峰, 1542 cm^{-1} 的吸收峰是酰胺 II 带, 是 $\text{N}-\text{H}$ 的弯曲振动和 $\text{C}-\text{N}$ 的伸缩振动, 1160 cm^{-1} 处的峰可能为碳水化合物的 $\text{C}-\text{O}$ 的伸缩振动引起。表明航天诱变使甜椒种子的蛋白质和碳水化合物含量增加。

主题词 航天诱变; 甜椒种子; 红外光谱

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2006)03-0438-03

20世纪60年代后期, 随着航天技术的成熟, 产生了一种崭新的航天诱变育种的新手段。航天诱变育种是利用返回式卫星, 宇宙飞船等航天器将农作物种子搭载上天, 跟随航天器在距地球 $200\sim 400\text{ km}$ 的太空中飞行数天(d)至数10天, 利用太空的微重力、宇宙射线强辐射、高真空和超洁净等特殊环境, 使作物种子发生变异, 返回后经多代种植, 筛选, 培育出具有特殊变异的新品种。当前航天育种技术已成为重要的研究课题, 并将成为农业生产实现新飞跃的巨大动力。

20世纪50年代, 美国、俄罗斯、中国和日本等国都一直进行太空条件对生物影响的研究, 中国科技工作者已完成了300多项空间育种研究, 取得了令人瞩目的成就^[1, 2]。具有指纹特性的红外光谱是一种测定物质分子吸收光谱的方法, 利用由分子振动或转动引起偶极矩的净变化产生吸收光谱, 从而可以鉴别化合物和分子结构。目前, 在对航天育种的研究中, 从生物学角度研究的较多。本文首次利用红外光谱分析的方法, 对航天诱变的甜椒种子进行对比研究。

1 实验条件和样品

仪器设备和测试条件: 美国 BIO-RAD 公司的 FTIR 仪

(FTS-40 型), 光谱分辨率 8 cm^{-1} , 扫描信号累加 16 次, 使用溴化钾压片法测量。

实验所用的四个品系的种子(两个航天诱变育种甜椒品系种子和两个系统法选育的甜椒品系种子), 均由云南农业大学园林园艺学院所提供。其中两个航天诱变育种甜椒品系为太空 11 号(SP11)和太空 18 号(SP18), 是由云南农业大学园林园艺学院太空育种课题组实验用的 M5 代空间诱变的 28 个品系中的两个, 它来自于云南农业大学园林园艺学院太空育种课题组 2001 年 4 月从中国航天育种中心引进的太空甜椒变异材料的诱变后代。两份对照的甜椒品种为甜椒 1 号(CK1)及新特甜椒(CK2)。上述测试的四份新特甜椒种子, 都是 2003 年 8 月收获的种子。

2 实验结果与讨论

经 FTIR(Fourier transform infrared spectra)获取的四个甜椒品系种子的红外吸收图谱如图 1 所示: (a)太空 11 号, (b)太空 18 号, (c)甜椒 1 号, (d)新特甜椒。

首先按文献[3-6]将谱带进行归属: 2854 cm^{-1} 处的吸收峰为亚甲基(CH_2)的碳氢($\text{C}-\text{H}$)对称伸缩振动; 1652 cm^{-1} 处的吸收峰为酰胺 I 带, 是 $\text{C}=\text{O}$ 的伸缩振动峰,

收稿日期: 2005-01-08, 修订日期: 2005-04-18

基金项目: 云南省自然科学基金(2001C0035M)资助项目

作者简介: 杨群, 1946年生, 云南省楚雄师范学院物理与电子科学系教授 * 通讯联系人

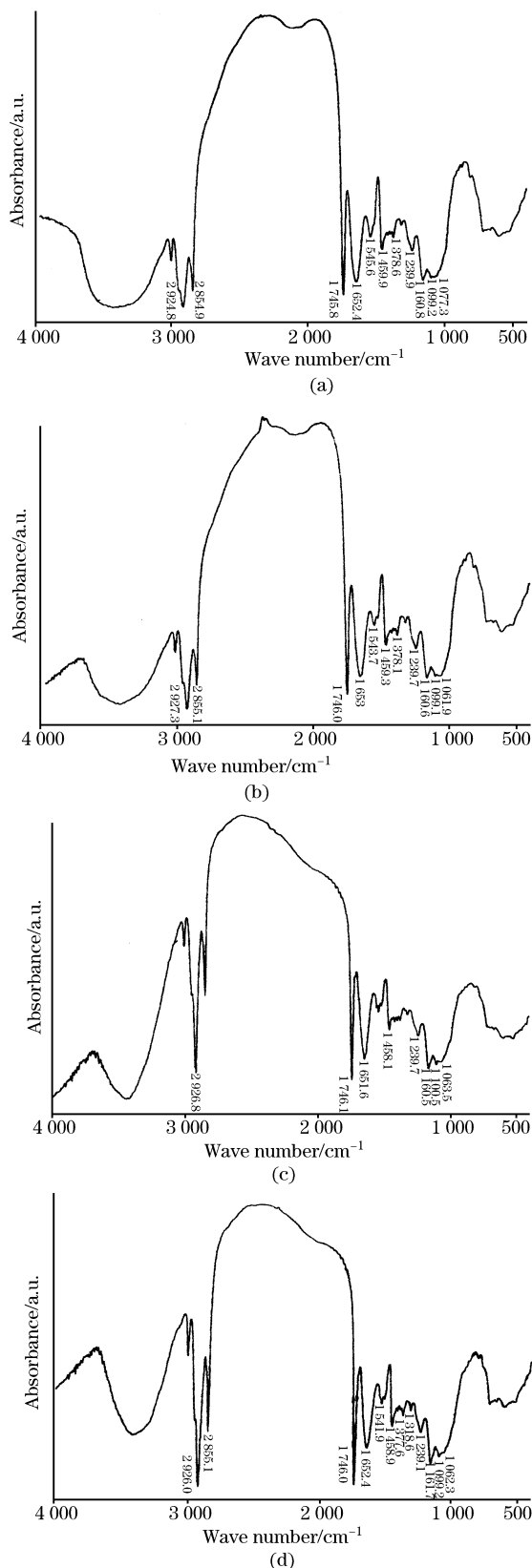


Fig. 1 Fourier transform infrared spectra from sweet pepper and (a) space mutation breeding seed SP11; (b) space mutation breeding seed SP18; (c) sweet pepper seeds CK1; (d) sweet pepper seeds CK2

Table 1 Infrared absorbance peaks of sweet pepper seeds (arrangement from strong to weak, cm^{-1})

品系	样品名称	第一强峰	第二强峰	第三强峰	第四强峰	第五强峰	第六强峰
SP11	太空 11 号	2 924.8	1 745.8	2 854.9	1 652.4	1 160.8	1 099.2
SP18	太空 18 号	2 927.3	1 746.0	2 855.1	1 160.6	1 653	1 099.1
CK1	甜椒 1 号	1 746.1	2 926.8	1 160.6	1 100.5	1 063.6	1 651.5
CK2	新特甜椒	2 926.0	1 746.0	1 161.7	1 099.2	1 062.3	1 652.4

$1\ 542\ \text{cm}^{-1}$ 的吸收峰是酰胺 II 带, 是 N—H 的弯曲振动和 C—N 的伸缩振动; $1\ 240\ \text{cm}^{-1}$ 的酰胺 III 带, 是 C—N 的伸缩振动和 N—H 的弯曲振动引起的, 可能还有 P=O 或 C—O 的伸缩振动等的贡献; 其中第二, 三个峰是蛋白质的特征谱带。 $1\ 746\ \text{cm}^{-1}$ 的吸收峰是羰基 ($\text{C}=\text{O}$) 的伸缩振动吸收带; $2\ 924\ \text{cm}^{-1}$ 处的峰为 CH_2 的碳氢反对称伸缩振动峰, $1\ 160\ \text{cm}^{-1}$ 处的峰可能为碳水化合物 C—O 的伸缩振动所引起。

其次, 由图 1 和表 1 可以看出。

(1) 四个样品的峰形, 峰位基本上变化不大。

(2) 两个太空种子的 $2\ 855\ \text{cm}^{-1}$ 峰排在第三强峰位, 而在两个普通种子 $2\ 885\ \text{cm}^{-1}$ 的强度均在第六位以后, 说明太空诱变引起甜椒种子分子亚甲基的变化, 使其碳氢 (C—H) 伸缩振动增强。

(3) 两个太空种子的 $1\ 652$ 和 $1\ 542\ \text{cm}^{-1}$ 峰面积, 较两个普通种子的均大些, 表明其蛋白质的两个谱带吸收均增强。

(4) 两个太空种子图谱中, $1\ 160\sim 1\ 061\ \text{cm}^{-1}$ 范围的面积均比两个普通种子的, 说明太空种子在该范围内的吸收增强, 即所含碳水化合物中的 C—O 伸缩振动增强。

云南农大园林园艺学院所提供的四个样品果实的生物性测试统计结果^[7]见表 2。

Table 2 Space mutation breeding and control lines average value

品系	样品名称	株高平均值/cm	产量平均值/g	含糖平均值 / $[\text{mg}\cdot(100\ \text{g})^{-1}]$	维生素平均值 / $[\text{mg}\cdot(100\ \text{g})^{-1}]$
SP11	太空 11 号	87.49	21 430	8.31	208.67
Sp18	太空 18 号	87.32	20 117	6.83	217.00
CK1	甜椒 1 号	56.29	13 092	5.16	162.45
CK2	新特甜椒	64.15	12 209	5.36	158.52

从表 2 中可以清楚看出, 太空甜椒在株高、产量、含糖量平均值和维生素 C 平均值等四个指标都较二个系统培育品系优异。

3 结 论

航天育种的两个甜椒品系种子 (SP11 和 SP18) 红外光谱的主要吸收峰的峰位、峰形与普通甜椒品系种子相同, 表明经航空诱变的甜椒其主要化学成分和基本结构并未发生变化。果实株高、产量、含糖量, 维生素 C 含量均较高的太空

甜椒种子, 在 2 854, 1 652, 1 542 以及 1 160~1 062 cm^{-1} 范围内的吸收都较普通甜椒种子增加。表明航天诱变使甜椒种

参 考 文 献

- [1] SHEN Gui-fang, NI Pei-chong, SUN Bin-yao(沈桂芳, 倪丕冲, 孙丙耀). World Agriculture(世界农业), 2002, (1)(总 273): 37.
- [2] GE Bang-jun(葛榜军). Modern Agriculture(现代农业), 2002, 3: 13.
- [3] NING Yong-cheng(宁永成). Identify of Organic Chemistry Structure and Spectroscopy(有机化合物结构鉴定与有机波谱学). Second Edition(第 2 版). Beijing: Beijing Publishing Company(北京: 北京出版社), 2000. 332.
- [4] HAN Run-ping, BAO Gai-ling, ZHU Lu(韩润平, 鲍改玲, 朱 路). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(7): 820.
- [5] Schmitt J, Flemming H C. Int. Biodeterioration and Biodegradation, 1998, 41(1): 1.
- [6] CHEN Yun-kui(陈允魁). The Infrared Absorption Spectrum and Application(红外吸收光谱法及其应用). Shanghai: Shanghai Jiaotong University Publishing Company(上海: 上海交大出版社), 1993.
- [7] LI Li(李 丽). The Efficiency Comparisons the Simple Generalized Lattice and Random Complete Blocks in the Space Mutation Breeding Line Experiment of Sweet Pepper(空间诱变育种甜椒品系试验广义格子设计的效率比较). Master's Degree of Yunnan Agricultural University(云南农业大学硕士论文), 2004.

An Analysis of Sweet Pepper Seeds with Space Flight Mutagenesis by FTIR

YANG Qun¹, WANG Yi-lin¹, YANG Ai-ming², YANG De³

1. Department of Physics and Electronic Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China

2. Scientific Experiment Center of Yunnan University, Kunming 650091, China

3. The School of Gardening and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

Abstract The first-time application of FTIR to analyzing and comparing two sweet pepper seeds lines of space mutation and two sweet pepper seeds lines bred in system approaches as well as their spectra is presented. The IR spectrum of sweet pepper seeds lines is mainly composed of the band of adsorption of protein and that of carbohydrates. The absorbance of the two sweet pepper seeds lines of space mutation at 2 854, 1 652, 1 542 and 1 160-1 062 cm^{-1} was enhanced. The peak near 2 854 cm^{-1} is attributable to the stretching vibration of CH_2 —, The dominating bands near 1 652 and 1 542 cm^{-1} were assigned to amide I and amide II respectively. The absorbance at 1 160 cm^{-1} is attributable to the stretching vibration of C—O on the structure of carbohydrates. The major components and the structures remained intact, indicating that the space environment can increase carbohydrates and protein content of sweet pepper seeds lines.

Keywords Space flight mutagenesis; Sweet pepper seeds; FTIR

(Received Jan. 8, 2005; accepted Apr. 18, 2005)