

航天育种甜椒、番茄品系种子的 FTIR 分析

王怡林¹, 杨群¹, 杨德²

1. 楚雄师范学院物理与电子科学系, 云南 楚雄 675000

2. 云南农业大学园林园艺学院, 云南 昆明 650201

摘要 采用傅里叶变换红外光谱法(FTIR), 分析研究了航天育种甜椒、番茄品系种子与大田生产常用的甜椒品种、系统法选育的番茄品系种子的特征和变异。初步探索了空间效应对甜椒、番茄种子变异的影响。红外吸收光谱表明, 四个航天种子产生的共同变异是: $1\ 160\sim 1\ 061\ \text{cm}^{-1}$ 范围峰的吸收都比对照品系增大, 表明空间诱变效应使 C—O 振动增强。特殊变异是: (1) 太空甜椒的 $2\ 854\ \text{cm}^{-1}$ 峰(ν_s)增强, 表明 CH_2 的碳氢对称伸缩振动增强; (2) 太空小番茄的 $1\ 162\ \text{cm}^{-1}$ (ν_s) 增强显著, 可能由碳水化合物的 C—O 的伸缩振动峰增强引起。可以初步认为, 太空甜椒、番茄种子的共同变异受太空微重力的因素影响较大, 而其特殊变异则可能主要与太空强辐射的因素相关。

关键词 航天诱变效应; 番茄种子; 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)06-1057-04

引言

航天诱变育种是航天技术、生物技术和农业育种技术相结合的产物, 是一种崭新的育种技术, 在这一领域中国科技工作者取得了令人瞩目的成绩^[1, 2]。目前, 对航天诱变育种的诱变机理研究还处于起步阶段。本文运用傅里叶变换红外光谱(FTIR)分析方法, 结合对应的果实品质性状的统计测量结果, 对航天甜椒、番茄种子空间效应进行了一些初步探讨。

1 实验条件和样品

美国 BIO-RAD 公司的 FTIR(FTS-40 型)光谱仪, 分辨率 $8\ \text{cm}^{-1}$, 扫描信号累加 16 次, 溴化钾压片法测量。

实验选用的甜椒、番茄两个品种的 8 个品系的样品, 云南农业大学园林园艺学院太空育种课题组提供, 为 2003 年试验收获的种子。其中四个品系是属航天诱变育种品系种子, 另外两个对照甜椒是大田生产常用的甜椒种子、两个对照番茄是系统法选育的番茄种子。

2 实验结果与讨论

实验数据见图 1~图 2, 表 1~表 3。

从表 1 得知: (1) 经太空特殊环境诱变后的甜椒、番茄种

子与普通种子相比, 前 6 个红外吸收强峰的成分和峰位基本相同, 仅是峰强排序上有所区别, 它们大都含 $2\ 925, 1\ 746, 2\ 855, 1\ 652, 1\ 161$ 和 $1\ 099\ \text{cm}^{-1}$ 这 6 个强峰。(2) 经航天诱变后, 太空甜椒的 $2\ 855\ \text{cm}^{-1}$ 峰的吸收增强成为第 3 强峰, 普通甜椒的 $2\ 855\ \text{cm}^{-1}$ 峰则排在第 6 位以后。(3) 太空大番茄与普通大番茄的前 6 个峰的峰位、强度排序基本相同, 只是个别峰的吸收强度有变化。(4) 太空樱桃番茄的 $1\ 162\ \text{cm}^{-1}$ 为第 3 强峰, 普通樱桃番茄的 $1\ 162\ \text{cm}^{-1}$ 峰仅为第 5 强峰。

按文献[3-5]将谱带进行归属: $2\ 854\ \text{cm}^{-1}$ 处的吸收峰为亚甲基(CH_2)的碳氢(C—H)对称伸缩振动; $1\ 652\ \text{cm}^{-1}$ 处的吸收峰为酰胺 I 带, 是 C=O 的伸缩振动峰; $1\ 542\ \text{cm}^{-1}$ 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; $1\ 746\ \text{cm}^{-1}$ 的吸收峰是羰基(C=O)的伸缩振动吸收带; $1\ 240\ \text{cm}^{-1}$ 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 2, 3 个峰是蛋白质的特征谱带; $2\ 924\ \text{cm}^{-1}$ 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的 C—O 的伸缩振动峰。

从图 1、图 2 可以看出, 四份太空样品的 $1\ 162\sim 1\ 061\ \text{cm}^{-1}$ 吸收峰的面积均比四份普通样品的大, $1\ 160\ \text{cm}^{-1}$ 处的峰可能为碳水化合物的 C—O 的伸缩振动峰, 说明太空样品此键的伸缩振动增强。

收稿日期: 2005-03-08, 修订日期: 2005-06-16

基金项目: 云南省自然科学基金(2001C0035M)资助项目

作者简介: 王怡林, 1947 年生, 楚雄师范学院物理与电子科学系教授

根据云南农业大学园林园艺学院所作的 28 个甜椒品系的果实生物性状测试分析结果,与本文有关的四个品系的结

果如表 2。

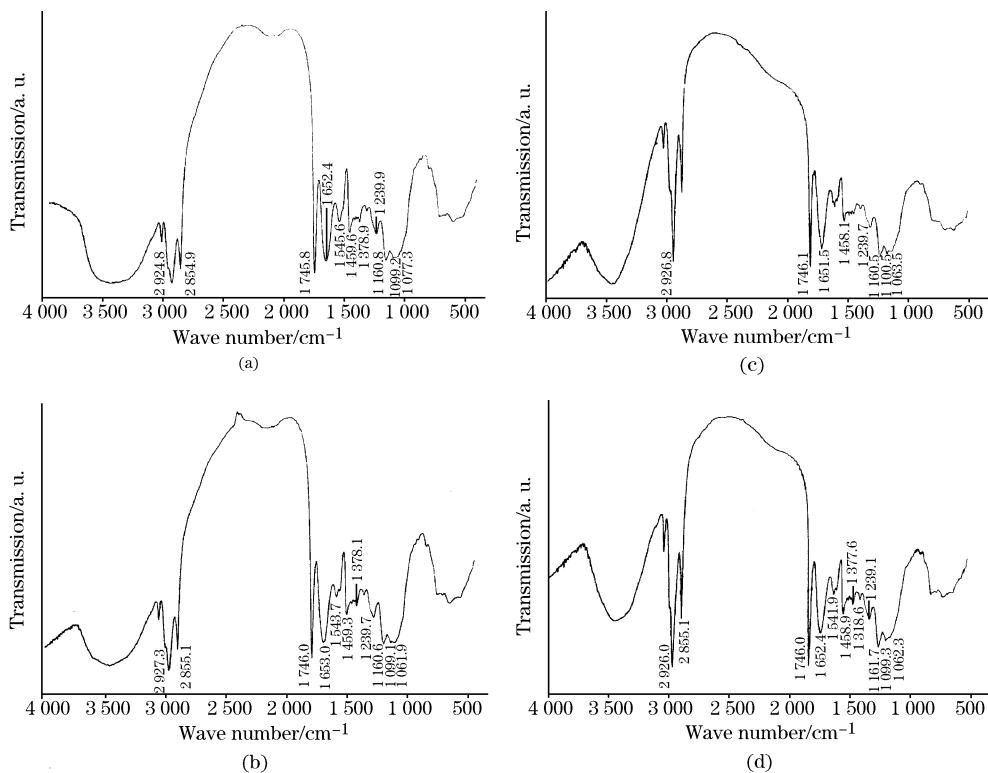


Fig. 1 Fourier transform infrared spectra of sweet pepper

(a): 太空 11 号;(b): 太空 18 号;(c): 甜椒 1 号;(d): 甜椒 2 号

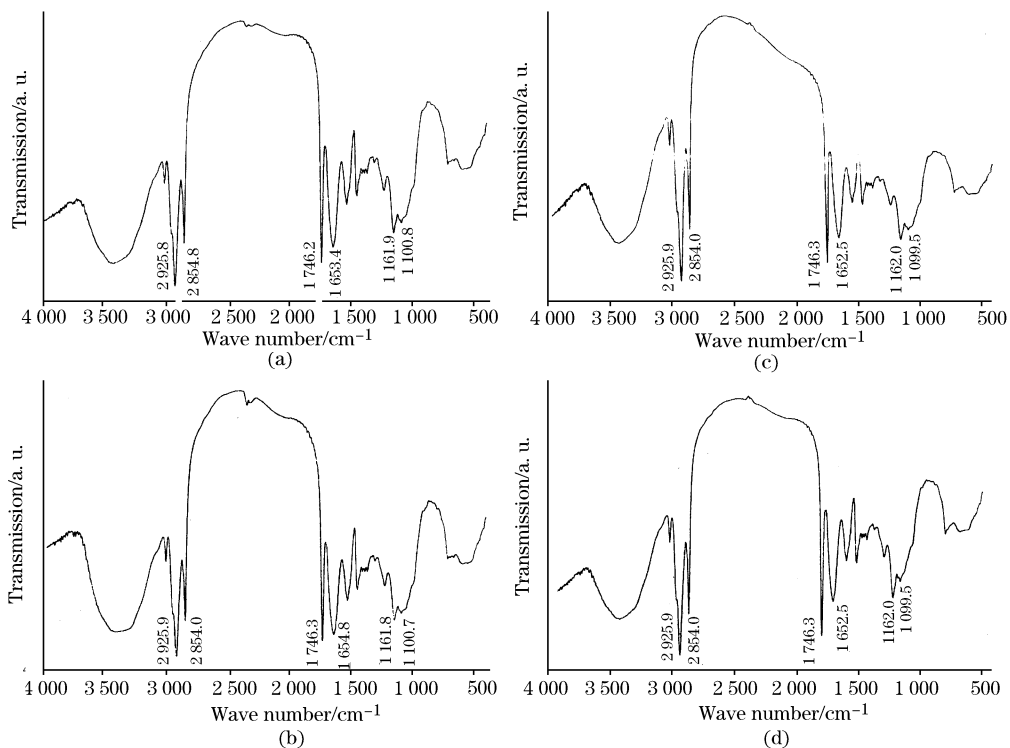


Fig. 2 Fourier transforms infrared spectra of tomato seeds

(a): 太空大番茄;(b): 普通大番茄;(c): 太空樱桃番茄;(d): 普通樱桃番茄

Table 1 Infrared absorbance peaks of space and general seeds
(from strong to weak, cm^{-1})

品系	样品名称	1	2	3	4	5	6
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	1 653.0	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	甜椒 2 号	2 926.6	1 746.0	1 161.7	1 099.2	1 062.3	1 652.4
YH02-2	太空大番茄	2 925.8	1 746.2	1 653.4	2 854.8	1 161.9	1 100.8
YH02-4	普通大番茄	2 925.9	1 746.2	1 654.8	2 854.0	1 161.8	1 100.7
YH02-6	太空樱桃番茄	2 925.9	1 746.3	1 162.0	1 652.5	1 099.5	2 854.9
YH02-7	普通樱桃番茄	2 925.9	1 746.2	2 854.6	1 653.5	1 162.1	1 099.4

Table 2 Space mutation breeding and control lines average value of sweet peppers

样品	样品名称	含糖平均值 / $\text{mg} \cdot (100 \text{g})^{-1}$	维生素 C 平均值 / $\text{mg} \cdot (100 \text{g})^{-1}$
SP11	太空 11 号	8.31	208.67
SP18	太空 18 号	6.83	217
CK1	甜椒 1 号	5.16	162.45
CK2	甜椒 2 号	5.35	158.52

云南农大园林园艺学院所做的 12 个番茄品系的果实生物性状统计分析中有关四个样品的结果见表 3。

从表 2 和表 3 可以看出, 四个太空种子品系果实的维生素 C 含量、可溶性固态物含量和含糖量, 都较普通对照品种高得多。文献[6, 7]的报道中也有相似的结果。中科院与黑龙江省农科院园艺所协作于 1998 年培育出的航天育种青椒比对照品种的维生素 C 提高 20%, 可溶性固态物提高 20%;

1998 年在江苏省沛县种植培养出来的太空甜椒维生素 C 提高 20%, 可溶性固态物提高 25% 左右。

航天诱变的甜椒、番茄种子在太空经历了特殊的环境。目前的研究表明, 空间诱变效应的主要因素有微重力、强辐射、高真空和交变磁场等因素, 并且认为微重力和强辐射是最主要的两种诱变因素^[7]。微重力是航天飞行的大环境, 它对种子的诱变应具有共同性。而强辐射的诱变则带有一定的偶然性, 即某植物种子被什么类型的重离子击中? 击中情形如何? 属随机事件。甜椒、番茄种子的红外吸收光谱的共同变异是在 $1\ 160 \sim 1\ 061 \text{ cm}^{-1}$ 之间的峰吸收增大, 相应的其果实变异的共同点是它们的维生素 C 含量、含糖量和可溶性固态物都增加, 微重力可能是引起共同变异的主要因素之一。其特殊变异, 如太空樱桃番茄 $1\ 162 \text{ cm}^{-1}$ 峰吸收的强烈增加, 太空甜椒 $2\ 854 \text{ cm}^{-1}$ 峰(ν_s)增强等, 则可能与强辐射诱变因素的关系较大一些。

Table 3 Space mutation breeding and control lines average value of tomatoes

品系	样品名	维生素 C 含量/ $\text{mg} \cdot (100 \text{g})^{-1}$		可溶性固态物含量/%		果实糖酸比	
		平均	位次	平均	位次	平均	位次
YH02-6	太空樱桃番茄	32.81	1	7.43	2	15.87	1
YH02-7	普通樱桃番茄	23.58	4	6.42	4	10.47	6
YH02-2	太空大番茄	19.10	6	5.27	6	15.76	2
YH02-4	普通大番茄	14.92	10	3.97	11	6.89	12

3 结 论

航天甜椒、番茄四个品系种子和四个对照品系种子的红外吸收光谱对比表明, 航天种子红外吸收光谱有共同变异和特殊变异。共同变异是在 $1\ 160 \sim 1\ 061 \text{ cm}^{-1}$ 范围的峰面积都增大, 表明它们的 C—O 振动增强; 特殊变异是: (1) 太空甜

椒的 $2\ 854 \text{ cm}^{-1}$ 峰(ν_s)增强, 表明 CH_2 的碳氢对称伸缩振动增强; (2) 太空樱桃番茄的 $1\ 162 \text{ cm}^{-1}$ 峰(ν_s)增强显著, 表明 C=O 键伸缩振动增强。

本文初步认为, 航天甜椒、番茄种子的共同变异受太空微重力诱变的影响较大, 而其特殊变异则可能主要与太空强辐射诱变有关。

参 考 文 献

- [1] GE Bang-jun(葛榜军). Modern Agriculture(现代农业), 2002, 3: 13.
- [2] SHEN Gui-fang, NI Pei-chong, SUN Bing-yue(沈桂芳, 倪丕冲, 孙丙跃). World Agriculture(世界农业), 2002, (1, 总 273): 37.
- [3] NING Yong-cheng(宁永成). Identify of Organic Chemistry Structure and Spectroscopy(有机化学结构鉴定与有机波谱学), Second Edition (第 2 版). Beijing: Science Press(北京: 科学出版社), 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. International Biodeterioration and Biodegradation, 1998, 41(1): 1.
- [6] LI Jin-guo, WANG Pei-sheng, ZHANG Jian, et al(李金国, 王培生, 张 健, 等). Spaceflight Medicine and Medicinal Engineering(航天医学与医学工程), 1999, 12: 444.
- [7] MI Shi-jun, HAO Zai-bin(密士军, 郝再彬). Heilongjiang Agricultural Science(黑龙江农业科学), 2002, 4: 31.

Novel Application of FTIR to the Analysis of Sweet Pepper Seeds and Tomato Seeds with Space Mutation

WANG Yi-lin¹, YANG Qun¹, YANG De²

1. Department of Physics and Electronic Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China
2. The School of Gardening and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

Abstract Comparative study of the sweet pepper and tomato seeds lines with space mutation and corresponding conventional seeds was carried out with FTIR, in an attempt to search for the influence of space environment upon mutation. The similarities among space seeds lines are: the absorbance at near $1\ 160\text{--}1\ 061\ \text{cm}^{-1}$ increased. This result shows that the stretching vibration of C—O on the structure of carbohydrates was enhanced by space mutation. The special mutations are: (1) The absorbance at $2\ 854\ \text{cm}^{-1}$ of space sweet pepper was enhanced, showing that the stretching vibration of CH_2 was stronger; (2) The absorbance at $1\ 160\ \text{cm}^{-1}$ of cherry tomato seeds lines was increased notably, indicating that the stretching vibration of C—O on the structure of carbohydrates was stronger. The results show that the space environment could notably increase the carbohydrates in the tomato seeds. The space sweet pepper and tomato seeds lines, which produced similar mutation, could be influenced by micro-gravity in space. The special mutations are the results of the influence of universe radiation in space.

Keywords Space mutation; Sweet pepper and tomato seeds; FTIR

(Received Mar. 8, 2005; accepted Jun. 16, 2005)