

# 太空诱导对丹参不同生长阶段生理特性的影响

杨先国,舒柯,刘塔斯\*,林丽美,李钟  
(湖南中医药大学,长沙 410208)

**[摘要]** **目的:**探讨太空诱导对丹参不同生长阶段的生理生化特性的影响。**方法:**考察了航天搭载后丹参不同生长期叶片中的叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白的含量变化以及过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性,并同时与地面对照组丹参进行比较。**结果:**搭载后丹参的光合色素含量增加明显,花前期不同部位叶绿素含量平均增加 28.5%,可溶性糖的含量平均减少近 42%,且可溶性糖含量与叶绿素含量呈负相关;CAT,SOD 的活力均高于地面对照组。**结论:**航天搭载对丹参的光合特性和生理生化方面产生影响,能够显著提高其光合作用,增强 CAT,SOD 的活力。

**[关键词]** 丹参;航天诱导;生理特性;过氧化氢酶;超氧化物歧化酶

**[中图分类号]** R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2011)22-0105-03

## Influence of Space Flight on Physiological Characters of *Salvia miltiorrhiza* at Different Growth Stages

YANG Xian-guo, SHU Ke, LIU Ta-si\*, LIN Li-mei, LI Zhong  
(Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha 410208, China)

**[Abstract]** **Objective:** The effect of physiological characters of *Salvia miltiorrhiza* induced by space flight was studied. **Method:** The contents of soluble sugar, soluble protein, catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) activities in *S. miltiorrhiza* induced by space flight were investigate and compared with the contrast lines of ground. **Result:** The content of photosynthesis pigment in *S. miltiorrhiza* induced by space flight was increased enormously, the content of chlorophyll increasing by an average 28.5% and the content of soluble sugar reduced by nearly 42% at different part in pre-flower period. The content of soluble sugar and the content of chlorophyll showed a negative correlation. Physiological enzyme activities of CAT and SOD were higher than the contrast lines of ground. **Conclusion:** Space flight has the influence to the photosynthesis and the physiological biochemistry of *Salvia miltiorrhiza*. Photosynthetic rate and enzyme activities of CAT and SOD were increased.

**[Key words]** *Salvia miltiorrhiza*; space flight; physiological characters; catalase; superoxide dismutase

丹参为唇形科植物 *Salvia miltiorrhiza* Bge. 的根及根茎,具有活血去瘀、通经止痛、清心除烦的作用,为治疗心脑血管疾病的传统中药材。丹参主要含有

水溶性和脂溶性两类成分,分别为酚酸类化合物、二萜醌类化合物。现代药理研究表明,丹参中的酚酸类和二萜醌类成分均具有显著的生物活性。

随着丹参用量的逐年增加以及野生丹参资源的不断枯竭,丹参主要靠人工种植<sup>[1]</sup>,用于栽培的丹参种质资源类型较为丰富<sup>[2]</sup>,各地在长期的种植过程中,培育出适合当地栽培的优良品种,然而不同丹参种质在生物学特性、次生代谢产物的含量等方面表现出明显的差异<sup>[3-4]</sup>。航天诱变是一种新兴的育种手段,利用高空诱变条件诱导变异,有利于从中筛选出优良育种材料和品种<sup>[5]</sup>。本文研究了航天搭载后

**[收稿日期]** 2011-06-07

**[基金项目]** 湖南省科技厅科技计划项目(2010sk3013);湖南省中医药管理局基金项目(SQ2010BAJY1411-09)

**[第一作者]** 杨先国,博士研究生,从事中药资源与质量的研究,Tel:0731-88458234,E-mail:yxg656@163.com

**[通讯作者]** \*刘塔斯,教授,博士生导师,从事中药鉴定、中药质量与资源研究,Tel:0731-88458234,E-mail:liutasi@126.com

的丹参不同生长阶段的生理生化特性,为筛选和培育优质的丹参种质资源提供依据。

### 1 材料

丹参种子于 2008 年 9 月 25 号搭载神舟七号载人航天飞船,记为太空丹参组(SP);对照组为未搭载的丹参种子(CK)。于 2009 年 9 月将 SP,CK 种子进行发芽处理,出苗后移栽于同质土壤中,保持二者的种植密度、田间管理措施等一致。

### 2 方法

**2.1 叶绿素的含量测定** 取新鲜丹参叶片,经处理后得样品液,以 80% 丙酮作空白对照,于 663 nm 和 645 nm 波长下测定吸光度 A,并分别计算叶绿素 a 和叶绿素 b 的含量<sup>[6]</sup>。

$$\text{总叶绿素} = 8.02 \times A_{663} + 20.2 \times A_{645}$$

**2.2 可溶性糖的含量** 采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>。

**2.3 可溶性蛋白的含量** 采用考马斯亮蓝染色法<sup>[7]</sup>。

**2.4 过氧化氢酶(CAT)活性** 采用紫外分光光度法测定<sup>[7]</sup>。

**2.5 超氧化物歧化酶(SOD)活性** 采用氮蓝四唑法测定<sup>[7]</sup>。

### 3 结果与分析

**3.1 叶绿素的含量比较** 实验表明,丹参花前期和花期阶段,同一生长阶段相同部位的叶片,太空丹参中叶绿素的含量比对照组高,与叶的形态观察结果一致,即太空诱导后的丹参叶片较肥厚、叶表面颜色较深为深绿色;在丹参各生长阶段,茎上部叶片的叶绿素含量高于下部的叶片,即随着叶片的衰老叶绿素的含量在不断地降低;由于太空丹参中总叶绿素含量明显增加,太空丹参的光合作用能力得到增强,见表 1。

表 1 丹参不同生长期的叶绿素含量( $\bar{x} \pm s$ )

$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$

生长期	丹参种类	部位	Chl a	Chl b	叶绿素	Chl a/Chl b
花前期	SP	上部	133.4 ± 0.1	48.4 ± 0.3	181.8 ± 0.3	2.76
		中部	131.9 ± 0.2	48.0 ± 0.1	179.9 ± 0.1	2.75
		下部	117.4 ± 0.1	45.3 ± 0.1	162.7 ± 0.1	2.59
	CK	上部	97.0 ± 0.1	32.5 ± 0.2	129.5 ± 0.1	2.99
		中部	102.8 ± 2.8	39.4 ± 0.7	141.9 ± 2.1	2.63
		下部	101.9 ± 0.1	34.8 ± 0.3	136.7 ± 0.1	2.92
花期	SP	上部	99.8 ± 0.1	36.6 ± 0.1	136.4 ± 0.2	2.73
		中部	97.8 ± 0.2	33.7 ± 0.1	131.5 ± 0.2	2.90
		下部	91.6 ± 0.5	33.4 ± 0.2	125.0 ± 0.3	2.74
	CK	上部	82.1 ± 0.7	32.4 ± 0.2	114.5 ± 0.9	2.53
		中部	58.8 ± 0.2	19.4 ± 0.3	78.1 ± 0.3	3.03
		下部	45.9 ± 0.1	16.4 ± 0.1	62.2 ± 0.1	2.80
花后期	SP	上部	79.1 ± 0.1	38.0 ± 0.1	117.1 ± 0.2	2.08
		中部	67.9 ± 0.3	27.7 ± 0.2	95.6 ± 0.3	2.45
		下部	61.5 ± 0.3	25.5 ± 0.1	87.0 ± 0.2	2.41
	CK	上部	71.9 ± 0.1	32.0 ± 0.3	103.9 ± 0.2	2.25
		中部	68.7 ± 0.2	23.7 ± 0.1	92.4 ± 0.5	2.90
		下部	72.9 ± 0.2	20.8 ± 0.1	93.7 ± 0.4	3.50

**3.2 可溶性糖的含量** 丹参经搭载处理后可溶性糖的含量降低明显。特别是花前期和花期阶段降低更为明显,其中花前期叶片的可溶性糖的含量降低幅度从下部叶片的 37% 到上部叶片的 45%,平均减少约 42%;花期下部的叶片降低幅度达 48%。从变化趋势来看,随着丹参地上部分的枯萎,叶中可溶性糖的含量逐渐降低(图 1)。

**3.3 可溶性蛋白的含量** 丹参经搭载处理后,在花前期和花期,可溶性蛋白含量较地面丹参有一定的

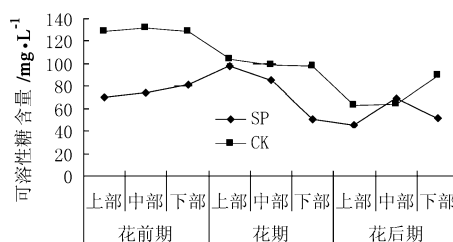


图 1 丹参不同生长期的可溶性糖的含量

增加,其中花期的中部与下部的叶片,太空丹参的可溶性蛋白含量较相同部位的地面丹参分别增加29.4%,26.0%;其他阶段可溶性蛋白含量差异较小可溶性蛋白含量的提高,是植物本身对环境胁迫的一种适应机制,航天搭载后丹参中的可溶性蛋白的总量有明显的增加,其抗逆性能可能优于地面对照组(图2)。

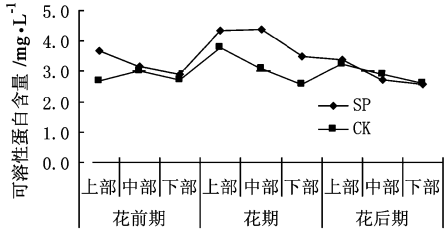


图2 丹参不同生长期可溶性蛋白的含量

### 3.4 太空诱导对丹参中CAT与SOD活性的影响

植物为保护自身免受活性氧的伤害,形成了内源保护系统,包括抗氧化酶类和非酶抗氧化剂,以维持体内活性氧代谢的平衡。CAT,SOD是保护细胞膜免受自由基伤害的保护酶。丹参经太空诱导处理后,在丹参的花前期、花期的营养生长阶段,CAT与SOD的活性均较对照组有增高。其中以CAT的活性增加较为明显。说明丹参经搭载后能使保护酶活力维持在一个较高的水平,有利于清除自由基,降低膜脂过氧化水平,从而减轻膜伤害程度(图3~4)。

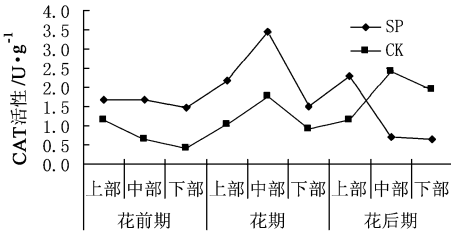


图3 丹参不同生长期CAT的活性

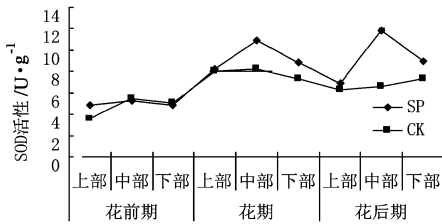


图4 丹参不同生长期SOD的活性

## 4 结果与讨论

太空诱导对丹参中叶绿素a与叶绿素b含量均有使其显著增加的作用,但叶绿素a的含量为叶绿素b的2~3倍,而叶绿素a吸收蓝紫光,其中有一部分是参与光合作用光反应的中心色素<sup>[8]</sup>。丹参经太空诱导后显著提高了叶绿素a的含量,通过提高光能利用率以增强植物的光合作用。观察发现,叶绿素含量与可溶性糖类含量存在负相关:这与Shihara-Ishikawa<sup>[9]</sup>等认为有机碳源是形成叶绿体的抑制因子的观点一致,而航天诱变不能改变可溶性糖与叶绿素之间的相互关系。

航天搭载对丹参生长过程中的生理指标产生明显的影响,本文结果为进一步深入研究奠定了基础,以期为培育和改良丹参品种品质提供参考依据。

### [参考文献]

- [1] 郭宝林,冯毓秀,赵杨景. 丹参种质资源研究进展[J]. 中国中药杂志,2002,27(7):492.
- [2] 张兴国,王义明,罗国安,等. 丹参品种资源特性的研究[J]. 中草药,2002,33(8):742.
- [3] 田伟,温春秀,彭卫欣,等. 不同丹参种质资源引种及比较研究[J]. 吉林农业大学学报,2005,27(3):284.
- [4] 田伟,谢晓亮,彭卫欣,等. 不同丹参种质田间比较试验[J]. 现代中药研究与实践,2004,18(1):22.
- [5] 潘光辉,尹贤贵,杨琦凤,等. 作物航天诱变育种研究进展[J]. 西南农业学报,2005,18(6):853.
- [6] 王志芬,单成钢,苏学合,等. 丹参种子航天搭载的诱变效应[J]. 现代中药研究与实践,2007,21(4):6.
- [7] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002.
- [8] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 温贤芳,张龙,戴维序,等. 天地结合开展我国空间诱变育种研究[J]. 核农学报,2004,18(4):241.
- [10] 赵广东,刘世荣,马全林. 沙木蓼和沙枣对地下水位变化的生理生态响应I. 叶片养分、叶绿素、可溶性糖和淀粉的变化[J]. 植物生态学报,2003,27(2):228.
- [11] SHIHARA-ISHIKAWA I, HASE E. Nutritional control of cell pigmentation in *Chlorella protothecoides* with special reference to the degeneration of chloroplast induced by glucose[J]. Plant Cell Physiol, 1964, 5: 227.