

# 植物内生菌次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗生理机制的影响

王 娜, 杨 镇, 马晓颖, 王 红, 肇 莹, 杨 涛

(辽宁省农业科学院 微生物工程中心, 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:**以植物内生菌次生代谢产物为供试材料,以辣椒为研究对象,采用 PEG-6000 模拟干旱胁迫环境,研究了植物内生菌次生代谢产物对辣椒幼苗株高、叶长、茎粗、鲜重、干重、须根数等形态指标和叶片相对含水量、细胞膜相对透性、脯氨酸等生理指标的变化,探讨植物内生菌次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗生理机制的影响。结果表明:辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,试验组株高高于对照组 30.91%,叶长高于对照组 14.76%,茎粗高于对照组 129.57%,须根数高于对照组 33.33%,鲜重高于对照组 33.37%,干重高于对照组 43.79%,叶片相对含水量高于对照组 8.71%,细胞膜透性低于对照组 14.63%,脯氨酸含量高于对照组 14.90%;该研究表明,植物内生菌次生代谢产物通过对辣椒幼苗形态和生理特性等方面的干旱适应性调节,来提高其抗旱能力。

**关键词:**植物内生菌;辣椒;干旱胁迫;生理机制

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)22-0029-04

植物内生菌作为一种新的微生物资源,具有潜在的应用价值。它能产生多种活性代谢产物,具有多种生物学功能,如促进植物生长,增强植物抗病性和对环境胁迫的抗逆性等,因而越来越受到人们的青睐。同时,又具有易培养、易控制,生长繁殖迅速,不受季节、气候和地域限制等优点,并可通过诱变育种、细胞融合和基因工程等手段改良菌种性能,提高产量,是一类开发潜力巨大的生物资源<sup>[1]</sup>。

全球气候变暖导致土壤蒸发量逐渐增大,农作物生产遭受干旱胁迫和盐胁迫的双重影响。干旱胁迫可破坏植物体内的水分代谢,引起细胞失水,导致植物体形态、生理生化发生重大变化,严重影响农作物生长,从而导致农作物减产<sup>[2-3]</sup>。因此干旱逆境下的植物响应已经成为逆境研究的热点之一,在一些植物中得到了研究<sup>[4-5]</sup>。辣椒(*Capsicum annuum* L.)属于浅根性植物,根系比较细弱,不耐旱,怕涝。生长前期如水分胁迫发生严重,易对其生理机制造成重大损害<sup>[6]</sup>。因此,该试验以植物内生菌次生代谢产物为试材,以辣椒为研究对象,采用 PEG-6000 模拟干旱胁迫环境,研究植物内生菌次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗生理机制的影响。

**第一作者简介:**王娜(1977-),女,硕士,副研究员,现主要从事农业微生物应用研究等工作。E-mail:wnsxh1999@126.com.

**基金项目:**辽宁省科技攻关资助项目(2011215005)。

**收稿日期:**2014-07-10

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为植物内生菌次生代谢产物,由辽宁省农业科学院微生物工程中心提供,供试甜椒种子为市售。

### 1.2 试验方法

辣椒育苗期间采用常规管理,光期为 12 h,暗期为 12 h,光照强度为  $148 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 25℃ 培养。每 3 d 浇 1 次水,每 10 d 浇 1 次日本山崎营养液。待辣椒幼苗长至 4~5 叶 1 心时,用 20 000 倍液次生代谢产物喷淋叶片、茎、根。2 d 后,用 10% PEG-6000 完全营养液进行干旱胁迫,每 3 d 浇 1 次,每个处理 20 株,3 次重复。20 d 后,测定植株株高、叶长、茎粗、鲜重、干重、须根数等形态指标和叶片相对含水量、细胞膜相对透性、脯氨酸等生理指标。

### 1.3 项目测定

选取植株中部正常的功能叶片混合采样,测定各项指标。株高、叶长采用直尺测量;茎粗用游标卡尺测量;相对含水量用烘干法<sup>[7]</sup>测定;细胞膜相对透性用电导仪<sup>[7]</sup>测定;脯氨酸含量用酸性茚三酮比色法<sup>[7]</sup>测定。每个指标 3 次重复。

### 1.4 数据分析

利用 Excel 软件对数据进行统计、整理、分析和作图,采用 SPSS 数据处理系统进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗农艺性状的影响

2.1.1 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗形态的影响 形态指标是反映辣椒生长情况的外观指标。由表 1 和图 1 可以看出,在干旱条件下,辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,各形态指标较对照都有很大的变化。其中,试验组株高高于对照组 30.91%,叶长高于对照组 14.75%,茎粗高于对照组 129.57%,须根数高于对照组 33.33%,且差异均显著( $P<0.05$ )。说明在干旱胁迫下,

次生代谢产物能够提高了辣椒适应干旱胁迫的能力,促进了幼苗茎、叶和根系等生长。

2.1.2 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗生物量积累的影响 干物质积累是反映辣椒生长情况的一项重要指标。由表 1 可以看出,在干旱条件下,辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,试验组鲜重高于对照组 33.37%,干重高于对照组 43.79%,且差异显著( $P<0.05$ )。说明在干旱胁迫下,次生代谢产物提高了辣椒适应干旱胁迫的能力,促进了辣椒幼苗生物量的积累。

表 1 次生代谢产物处理的辣椒幼苗形态变化情况

Table 1 The effect of secondary metabolites of plant entophyte on morphological index of pepper seedling

组别 Group	农艺性状 Agronomic character					
	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	叶长 Leaf length/cm	须根数 Number of fibrous roots/条	鲜重 Fresh weight/g	干重 Dry weight/g
试验组 Test group	9.000a	1.8825a	3.9875 a	24a	0.6495a	0.0834a
对照组 CK	6.875b	0.8200b	3.4750b	18b	0.4870b	0.0580b

注:同列数据中不同小写字母表示在 0.05 水平存在差异。  
Note: Different lowercase letters in the same column show significant difference at 0.05 level.



图 1 次生代谢产物处理的辣椒幼苗生长情况

Fig. 1 The effect of secondary metabolites of plant entophyte on growth of pepper seedling

2.2 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒幼苗生理指标的影响

2.2.1 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒叶片相对含水量的影响 叶片相对含水量(RWC)是反映植株叶片的保水能力。由图 2 可以看出,在干旱胁迫下,试验组叶

片 RWC 高于对照组 8.71%,说明干旱胁迫下辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,叶片的保水能力增强。

2.2.2 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒叶片细胞膜透性的影响 植物细胞膜透性反映了植物细胞对细胞内环境的稳定能力和对外界环境变化的适应与抵御能力,是抵抗渗透胁迫的主要生理指标之一<sup>[8-9]</sup>。干旱胁迫对植物危害的一个重要方面是对膜结构和组成成分的影响,干旱胁迫下植物膜系统先遭到破坏<sup>[10]</sup>。细胞膜透性变化越大,表示细胞受伤害程度越大,植株抗旱性越差。由图 3 可以看出,在干旱胁迫下,试验组细胞膜透性低于对照组 14.63%,说明辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,细胞膜的结构和功能遭到破坏的程度相对较低,对外界环境变化的适应与抵御能力相对较强。

2.2.3 次生代谢产物对干旱胁迫下辣椒叶片脯氨酸含量的影响 脯氨酸是植物体内的主要渗透调节物质,具

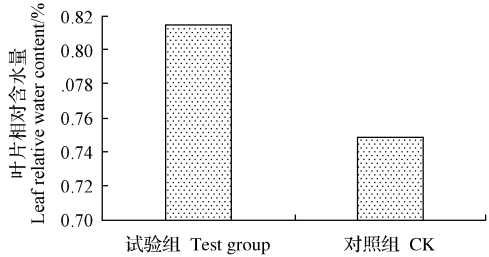


图 2 次生代谢产物处理的辣椒叶片相对含水量变化情况

Fig. 2 The effect of secondary metabolites of plant entophyte on leaf relative water content in pepper seedling

有较强的水合能力,是细胞中的一种防脱水剂,在植物受旱时它的增加有利于细胞或组织的持水,防止脱水,因此,其含量的变化可以作为植物逆境胁迫的一种生理生化指标<sup>[11-14]</sup>。脯氨酸在植物的抗旱适应方面的作用主要是参与渗透调节,减少氨毒害和保护生物大分子,因此植物体内脯氨酸含量越高,植物的抗旱性越强。由图4可以看出,试验组脯氨酸含量高于对照组14.90%,说明在干旱胁迫下,辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,提高了叶片脯氨酸含量,增强了辣椒渗透调节和抗旱能力。

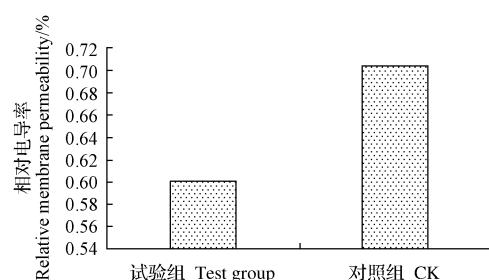


图3 次生代谢产物处理的辣椒叶片细胞膜透性变化情况

Fig. 3 The effect of secondary metabolites of plant entophyte on relative membrane permeability of pepper seedling

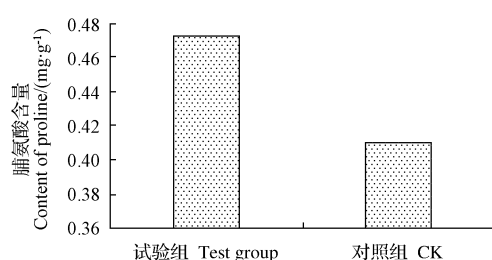


图4 次生代谢产物处理的辣椒叶片 Pro 含量变化情况

Fig. 4 The effect of secondary metabolites of plant entophyte on content of proline in pepper seedling

### 3 结论

干旱是制约农业生产主要环境逆境之一,据统计全世界由于干旱胁迫导致的作物减产可超过其它因素造成减产的总和。作物抗旱性是受许多形态、解剖和生理生化特性控制的复合遗传性状<sup>[15]</sup>,同时作物也会对胁迫作出包括形态、生理和基因表达在内的适应性调节反应,从而对逆境胁迫作出最优化的选择<sup>[16]</sup>。辣椒幼苗经次生代谢产物处理后,试验组株高高于对照组30.91%,

叶长高于对照组14.75%,茎粗高于对照组129.57%,须根数高于对照组33.33%。鲜重高于对照组33.37%,干重高于对照组43.79%。叶片相对含水量高于对照组8.71%,细胞膜透性低于对照组14.63%,脯氨酸含量高于对照组14.90%。该研究结果表明,植物内生菌次生代谢产物通过对辣椒幼苗形态和生理特性等方面的干旱适应性调节,来提高其抗旱能力。

(该文作者还有祝永钢、李跃,单位同第一作者。)

### 参考文献

- [1] 张晓瑞. 植物内生菌及其开发应用研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2007, 11(7): 1747-1750.
- [2] Chaves M M, Oliveira M M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture[J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55(407): 2365-2384.
- [3] Bréda N, Huc R, Granier A, et al. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long term consequences[J]. Annals of Forest Science, 2006, 63(6): 625-644.
- [4] Iacono F, Sommer K J. Response of electron transport rate of water stress-affected grapevines; influence of leaf age[J]. Vitis, 2000, 39(4): 137-144.
- [5] Lanceras J C, Pantuwan G, Jongdee B, et al. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice[J]. Plant Physiology, 2004, 135(1): 384-399.
- [6] 易晓华, 刘建萍. 不同浓度聚乙二醇处理对辣椒幼苗形态的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(3): 1196-1197, 1221.
- [7] 张治安, 张美善, 蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 65-75.
- [8] 刘景辉. 土壤水分胁迫对燕麦叶片渗透调节物质含量的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(7): 1432-1436.
- [9] 贺红, 李苇洁, 杨玲, 等. 干旱胁迫下顶坛花椒细胞膜透性和超氧化物歧化酶活性对 Zn 的响应[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 423-424.
- [10] Hasegawa P, Bressan R A, Zhu J K. Plant cellular and molecular response to high salinity[J]. Ann Rev Plant Molecular Biology, 2000, 51(4): 463-499.
- [11] 韩瑞宏, 田华, 高桂娟, 等. 干旱胁迫下紫花苜蓿叶片水分代谢与两种渗透调节物质的变化[J]. 华北农学报, 2008, 23(4): 140-144.
- [12] 彭志红, 彭克勤. 渗透胁迫下植物脯氨酸积累的研究进展[J]. 中国农学通报, 2002, 18(4): 80-83.
- [13] 汤章城, 王育启, 吴亚华. 不同抗旱品种高粱苗中脯氨酸积累的差异[J]. 植物生理学报, 1986, 12(2): 154-162.
- [14] 刘娥娥, 宗会, 郭振飞, 等. 干旱、盐和低温胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(3): 235-238.
- [15] 尹春英, 李春阳. 杨树抗旱性研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(6): 662-668.
- [16] 杨帆, 苗灵凤, 胥晓, 等. 植物对干旱胁迫的响应研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(4): 586-591.

## Effect of Secondary Metabolites of Plant Entophyte on Physiological Mechanism in Pepper Seedlings Under Drought Stress

WANG Na, YANG Zhen, MA Xiao-ying, WANG Hong, ZHAO Ying, YANG Tao, ZHU Yong-gang, LI Yue  
(Microbial Engineering Centre, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)



# 五种不同防渗承载模式对沙培樱桃番茄生长生理指标的影响

裴红霞<sup>1</sup>, 崔静英<sup>1</sup>, 赵云霞<sup>1</sup>, 高晶霞<sup>1</sup>, 王惠军<sup>2</sup>

(1. 宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 大武口区农技中心, 宁夏 大武口 753000)

**摘 要:**以樱桃番茄“千禧”为试料,研究了条式栽培袋、土工布衬槽、塑料薄膜衬槽、砵板制作槽及普通多孔砖砌槽5种不同防渗承载模式对作物生长生理指标的影响。结果表明:土工布衬槽处理、普通多孔砖砌槽处理、塑料薄膜衬槽处理均较对照显著地增强了樱桃番茄的根系活力及光合性能,提高了小区产量。

**关键词:**沙培;樱桃番茄;防渗;生长;生理;产量

**中图分类号:**S 641. 206<sup>+</sup>. 1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001—0009(2014)22—0032—04

我国是世界上受土地沙漠化严重威胁的国家之一,其中90%以上的沙漠化土地分布于我国西北地区<sup>[1-2]</sup>。在我国尤其是西北地区如何有效利用沙漠化土地显得尤为重要。积极探索出持续高效利用沙化土地的有效模式,是与当地生态环境和谐发展,提高沙化土生产力,有效缓解当地“基本农田压力”,增加农民收益的有效途径之一。防渗栽培是根据沙化土水、肥渗漏,养分瘠薄的特点,在平整后的沙田上以一定深度铺设防渗材料形

成防渗层,结合配方施肥、节水灌溉,进行农作物生产,获得经济效益的一种技术。目前,关于防渗栽培改良风沙土生产力的研究仅有少量相关文献报道<sup>[3-6]</sup>。

该试验基于2010年以来课题组不同试验的研究结果基础上<sup>[7-8]</sup>,以蔬菜作物樱桃番茄为供试材料,在沙漠日光温室中设计5种不同防渗承载模式,进一步分析筛选不同承载模式对沙培蔬菜的作用效果及机理,以期为沙区有效进行蔬菜作物防渗栽培,发展高效、可持续的非耕地利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验于2012年8月至2013年3月在宁夏中卫市沙坡头区的沙漠温室内进行,该区位于我国东经105°18',北纬37°51',具有大陆性季风气候和沙漠气候的特点。温室内土壤为砂土。

**第一作者简介:**裴红霞(1980-),女,硕士,助理研究员,现主要从事蔬菜学等研究工作。E-mail:peihongxia\_1980@163.com.

**责任作者:**崔静英(1962-),女,高级农艺师,现主要从事设施蔬菜栽培技术研究及示范推广等工作。E-mail:cui6598@126.com.

**基金项目:**公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203095)。

**收稿日期:**2014-07-24

**Abstract:** Taking secondary metabolites of plant entophyte as material, and pepper seedling as research object, PEG-6000 was used to simulate the drought stress environment, the effect of secondary metabolites of plant entophyte on plant height, leaf length, stem diameter, fresh weight, dry weight, the number of fibrous roots, leaf relative water content, relative membrane permeability, and content of proline of pepper seedling were investigated, the effect of secondary metabolites of plant entophyte on physiological mechanism in pepper seedlings under drought stress were studied. The results showed that, the plant height, leaf length, stem diameter, the number of fibrous roots, fresh weight, dry weight, leaf relative water content, and content of proline of the group treated by secondary metabolites were increased by 30.91%, 14.76%, 129.57%, 33.33%, 33.37%, 43.79%, 8.71% and 14.90% respectively compared to control (CK). The relative membrane permeability was decreased by 14.63% compared to CK. These results suggested the secondary metabolites of plant entophyte could enhance drought resistance ability of pepper seedlings through adjusting drought adaptability including morphology and physiological characteristics.

**Keywords:** plant entophyte; pepper; drought stress; physiological mechanism