

# 干旱胁迫下葡萄根系的生理生化变化与抗旱性的关系

冀鹏飞<sup>1,2</sup>, 薛斌<sup>3</sup>, 刘志华<sup>2</sup>, 尚晶晶<sup>2</sup>

(1. 包头市园林处, 内蒙古 包头 014010; 2. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 3. 乌兰察布市造林站, 内蒙古 集宁 012000)

**摘要:**以盆栽不同抗旱类型葡萄品种为试材,研究了干旱胁迫下,葡萄根系的生理生化变化。结果表明:葡萄根系的生理生化指标与抗旱性有密切的相关性。葡萄根系的相对电导率值,随着干旱胁迫程度的增加而增大,抗旱性强的品种其膜结构破坏相对要轻,其相对电导率变化小,因此其相对电导率值维持较低的水平;随干旱胁迫加强,不同葡萄品种根系组织中游离脯氨酸含量的变化呈现上升趋势,抗旱的葡萄品种,其游离脯氨酸含量变化明显大于不抗旱品种;干旱胁迫下,葡萄根系丙二醛含量增加,抗旱性弱品种增幅大,抗旱性强的品种增幅小;随着干旱胁迫程度的加强,过氧化物酶活性变化,表现为先上升后下降趋势,抗旱性强的葡萄品种,其根系过氧化物酶活性维持在较高的水平。

**关键词:**葡萄;抗旱性;根系;脯氨酸;丙二醛;过氧化物酶

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)04-0017-04

干旱胁迫是北方地区葡萄栽培的最大阻碍,近年来得到人们的广泛关注和研究<sup>[1-3]</sup>。有关葡萄的抗旱生理及干旱伤害等方面研究认为,水分胁迫使葡萄光合作用受抑,干物质积累及产量降低<sup>[4-6]</sup>,叶片脯氨酸、丙二醛含量升高,细胞质膜透性增加,造成膜系统损伤,严重时导致细胞死亡<sup>[9-10]</sup>。葡萄耐旱性是长期适应干旱的一种遗传特性,不仅与其地上部内部生理生化活动和外界条件有关,而且其生理指标上,根系的各种酶类、可溶性蛋白质含量、相对电导率、游离脯氨酸的含量、丙二醛含量等均对干旱胁迫做出相应反应,而这方面的研究很少。该试验旨在通过测定葡萄根系组织中相对电导率值、脯氨酸含量、丙二醛含量以及 POD 活性等几项生理指标在干旱胁迫条件下的变化,为北方葡萄的抗旱优质栽培提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2007 年在内蒙古农业大学农学院试验大棚进行,选择盆栽 2 a 生的抗旱葡萄品种“贝达”、“山葡萄”、较抗旱葡萄品种“白香蕉”、不抗旱葡萄品种“京秀”、“京亚”<sup>[11]</sup>的自根苗。

**第一作者简介:**冀鹏飞(1964-),男,硕士,农艺师,现从事园林植物研究工作。

**责任作者:**刘志华(1963-),男,博士,副教授,硕士生导师,现从事园艺植物种质资源与遗传育种研究工作。E-mail:nxybgs123yx@yahoo.com.cn。

**基金项目:**教育部“春晖计划”资助项目(Z2004-2-15012)。

**收稿日期:**2011-11-29

### 1.2 试验方法

通过浇水使 5 种盆栽葡萄的土壤含水量达到饱和,利用自然脱水法来控制土壤含水量,并用烘干法测量其土壤含水量。按照土壤相对水分含量划分水分胁迫程度:50%~65%为轻度水分胁迫;40%~50%为中度水分胁迫;30%~40%为重度水分胁迫;30%以下为严重水分胁迫<sup>[12]</sup>。当土壤相对含水量达到不同胁迫程度时,分别选取葡萄品种生长健壮、生长势一致的地下部初生根系,对其进行生理生化指标的测定。

### 1.3 测定项目

**1.3.1 电导率的测定** 选取供试各品种一致的地下部根系,取 0.5 g 剪碎,浸于蒸馏水中,抽气以使水分充分进入细胞间组织,使用 DDS-11A 型电导率仪,0.96 电极测定<sup>[13]</sup>,相对电导率值  $L = \frac{\text{煮前电导率 } S_1}{\text{煮后电导率 } S_2}$ 。

**1.3.2 游离脯氨酸含量的测定** 选取供试各品种一致的地下部根系,取 0.5 g 剪碎,使用酸性茚三酮法<sup>[13]</sup>,以蒸馏水作为参比液,使用 UV755B 型分光光度计于 520 nm 波长下比色,并计算根系组织内游离脯氨酸含量。

**1.3.3 丙二醛含量的测定** 选取各供试品种一致的地下部根系 0.5 g,利用丙二醛在高温、酸性条件下与硫代巴比妥酸的反应<sup>[15]</sup>,以蒸馏水作为参比液,使用 UV755B 型分光光度计分别于 450、532、600 nm 波长下比色,并计算样品提取液中丙二醛的含量。

**1.3.4 过氧化物酶活性的测定** 选取各供试品种一致的地下部根系 2.5 g,采用愈创木酚法<sup>[15]</sup>,以 3 mL 愈创木酚与 1 mL 的 0.05 mol/mL pH 7.8 的磷酸缓冲液的

混合溶液作为参比液,使用 UV755B 型分光光度计于 470 nm 波长下比色,每隔 1 min 记录 1 次吸光值,计算过氧化物酶的活性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同葡萄品种根系相对电导率

由图 1 可知,在干旱胁迫条件下,随胁迫加重,不同品种葡萄根系组织的相对电导率值的变化呈现上升趋势,说明在不同干旱胁迫条件下,葡萄根系的膜结构受到不同程度的破坏;干旱胁迫越重,膜结构破坏越重,相对电导率越大;在相同干旱胁迫条件下,表现出不同品种的电导率不同,不同品种葡萄根系膜结构破坏程度也不同,“贝达”、“山葡萄”抗旱性强的品种其相对电导率值维持较低的水平,因此其膜结构破坏相对要轻。

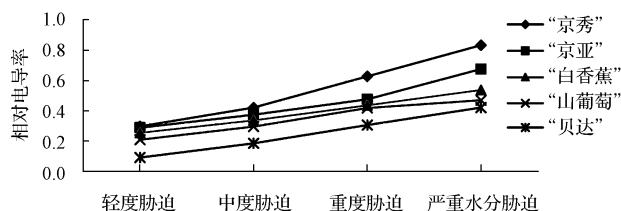


图1 水分胁迫下不同葡萄品种根系相对电导率的变化

### 2.2 不同葡萄品种根系游离脯氨酸含量

由图 2 可知,在不同干旱胁迫条件下,随胁迫加强,不同葡萄品种根系组织中游离脯氨酸含量的变化呈现上升趋势。抗旱的葡萄品种“贝达”和“山葡萄”,其游离脯氨酸含量变化明显大于不抗旱品种,且在相同胁迫条件下,抗旱的葡萄品种其根系组织中游离脯氨酸含量也高于不抗旱的品种。

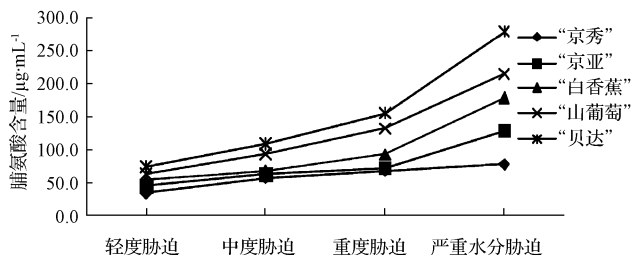


图2 水分胁迫下不同品种葡萄根系游离脯氨酸含量的变化

### 2.3 不同葡萄品种根系丙二醛含量

由图 3 可知,在干旱胁迫条件下,随胁迫加重,不同品种葡萄根系组织中丙二醛含量的总的变化趋势为上升,且不同胁迫条件下,不同品种葡萄根系组织中丙二醛含量的增加量也不同。抗旱的葡萄品种,其丙二醛含量增加幅度小,“贝达”增加 11.0%,“山葡萄”增加 18.0%,不抗旱的品种增加幅度较大,“白香蕉”增加 250%,”京亚”增加 287%,”京秀”增加 400%。

### 2.4 不同葡萄品种根系过氧化物酶活性

由图 4 可知,在干旱胁迫下,不同品种葡萄根系组

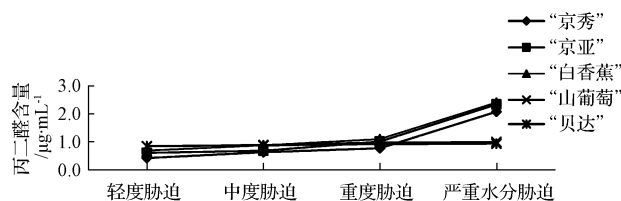


图3 水分胁迫下不同葡萄品种根系丙二醛含量的变化

织中的过氧化物酶活性总的变化趋势为先上升后下降。在轻度胁迫、中度胁迫、重度胁迫时,葡萄根系组织中的过氧化物酶活性逐渐上升;当重度胁迫时,葡萄根系组织中的过氧化物酶活性达到峰值,当严重胁迫时,葡萄根系组织中的过氧化物酶活性开始下降。说明一定程度的干旱胁迫条件,可以诱导过氧化物酶活性的增加,有效的消除氧自由基,阻止膜的过氧化和被破坏;但当干旱胁迫程度继续加强时,随过氧化物酶合成下降和氧自由基积累,使膜的完整性遭到破坏,因而抗旱性下降。

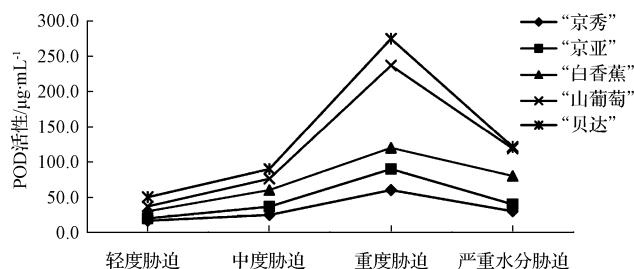


图4 水分胁迫下不同葡萄品种根系 POD 含量的变化

## 3 讨论

很早人们就注意到植物抗逆性与生物膜的关系,尤其以电解质和可溶性物质的外渗来反映植物抗逆性时更与原生质膜有关,各种环境胁迫直接或间接的对植物形成水分胁迫<sup>[16]</sup>。植物细胞在干旱胁迫下脱水,破坏了细胞膜的有序结构,膜上出现空隙和龟裂,透性增大,电解质,氨基酸,可溶性糖等向外渗漏<sup>[9]</sup>。该试验通过不同干旱胁迫下对供试葡萄品种根系电导率的测定研究结果显示,葡萄根系相对电导率值随着干旱胁迫程度的增加而增大,抗旱性强的品种,因其根系膜结构破坏相对要轻,相对电导率变化小,这与常永义等<sup>[9]</sup>在葡萄叶片上的研究结果相一致,姚允聪等<sup>[17]</sup>在柿树上研究提出,质膜透性受损是植物旱害的敏感指标之一。

脯氨酸作为一种渗透调节物质,其具有偶极性,亲水端与水分子结合后,增加了对水分的亲和性,降低了细胞水势,增强了植物的抗逆性。干旱逆境下,脯氨酸的积累与抗旱的关系,有人认为可以用脯氨酸的积累来衡量抗旱性<sup>[9]</sup>,也有人认为脯氨酸的积累与抗旱性无关<sup>[18]</sup>,只是植物在干旱胁迫下的一种受害反应特征。该试验结果表明,随胁迫加强,不同葡萄品种根系组织中游离脯氨酸含量的变化呈现上升趋势,抗旱的葡萄品

种,其游离脯氨酸含量变化明显大于不抗旱品种。因此,葡萄根系内游离脯氨酸含量多少在一定程度上能够反映植物体内的水分情况,可以作为葡萄抗旱性的生理指标。

丙二醛是膜脂过氧化作用的主要产物之一,具有很强的细胞毒性,对膜和细胞中的很多生物功能分子,如蛋白质、核酸和酶具有很强的破坏作用,并参与破坏生物膜的结构与功能<sup>[19]</sup>。该试验结果表明,抗旱性越强的葡萄品种,其根系丙二醛含量增加幅度越小,丙二醛含量的多少可以代表膜损伤程度的大小,马双艳等<sup>[20]</sup>在苹果、惠竹梅等<sup>[21]</sup>在葡萄幼苗叶片上的研究也得出相同的结论。

植物细胞中的保护酶体系在干旱胁迫活性发生变化,以清除细胞中的氧自由基,消除氧伤害。在轻度的干旱胁迫条件下,可以诱导过氧化物酶活性的增加,有效的消除氧自由基,阻止膜的过氧化和被破坏;但当干旱胁迫程度继续加强时,过氧化物酶合成下降和氧自由基积累,使膜的完整性遭到破坏,过氧化物酶活性下降。杨玉珍等<sup>[22]</sup>在香椿苗木、黄永红等<sup>[23]</sup>在果树上的研究结果显示,过氧化物酶活性表现出随干旱胁迫的增强而上升的现象。而尹光华等<sup>[24]</sup>在玉米品种抗旱性鉴定研究显示,过氧化物酶含量对品种的抗旱性影响不大。该试验研究显示,随着干旱胁迫程度的加强,过氧化物酶活性变化,表现为先上升后下降趋势,而且供试的不同抗旱类型的葡萄品种呈现出相似的变化,抗旱性强的葡萄品种其过氧化物酶活性维持较高的水平。这与魏鹏<sup>[25]</sup>在茶树的上研究结果相同。该试验结果也表明,过氧化物酶的活性可以作为葡萄抗旱性的生理指标。

由于该试验只研究了上述4项抗旱生理生化指标在不同干旱胁迫下的变化,关于不同干旱胁迫胁迫下葡萄根系其它抗旱生理生化指标变化及与葡萄抗旱性的关系,还有待于进一步深入研究。

#### 参考文献

- [1] 蔡伟,李瑞臣,徐月华,等. 葡萄抗旱性研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2005(3):33-36.
- [2] 刘三军,张秋叶,王红磊. 葡萄品种的抗旱性抗盐性及抗涝性的鉴定评价研究[J]. 宁夏科技,2002(1):33-34.
- [3] 惠竹梅,孙万金,张振文. 外源  $\text{Ca}^{2+}$  对水分胁迫下酿酒葡萄黑比诺主要抗旱生理指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2007,35(9):137-140.
- [4] Guan X Q,Zhao S J,Li D Q,et al. Photoprotective function of photorespi-

- ration in several grapevine cultivars under drought stress[J]. Photosynthetica, 2004,42(1):31-36.
- [5] 蔡伟,谭浩,翟衡. 干旱胁迫对不同葡萄砧木光合特性和荧光参数的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(5):835-838.
- [6] Gómez-del-Campo M,Ruiz C,Lissarrague J R. Effect of water stress on leaf Area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airén Grapevines[J]. American Journal of Enology and Viticulture,2002,53(2):138-143.
- [7] Krista C,Shellie. Vine and berry response of Merlot(*Vitisvinifera* L.) to differential water stress[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2006,57(4):514-518.
- [8] 房玉林,惠竹梅,陈洁,等. 水分胁迫对葡萄光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):135-138.
- [9] 常永义,吴红,牛军强. 干旱胁迫对葡萄叶片生理指标的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2005(2):11-14.
- [10] 李予霞,崔百明,董新平,等. 水分胁迫下葡萄叶片脯氨酸和可溶性总糖积累与叶龄的关系[J]. 果树学报,2004,21(2):170-172.
- [11] 王中英. 果树学概论[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [12] 何卫军,焦旭亮,张振文,等. 不同干旱胁迫水平下赤霞珠和黑比诺幼苗内源激素水平比较[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(3):142-145.
- [13] 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.
- [14] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都:四川出版社,2003:55,81,12-126.
- [15] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [16] Knight H,Knight M R. Abiotic stress signaling path ways: Specificity and crossstalk [J]. Trends PlantSci,2001(6):262-267.
- [17] 姚允聪,曲泽洲,李树仁. 土壤干旱与柿叶片膜脂及脂质过氧化的关系[J]. 林业科学,1993,29(6):485-491.
- [18] 王畅,林秋萍,贡冬花,等. 夏玉米的干旱适应性及其生理机制的研究[J]. 华北农学报,1990,5(4):54-60.
- [19] Wart C R. proline contentand meabolism during rehydration of wilted excise leaves in the dark[J]. Plant Pysiol,1972,50:679-681.
- [20] 马双艳,姜远茂,彭福田,等. 干旱胁迫对苹果叶片中甜菜碱和丙二醛及脯氨酸含量的影响[J]. 落叶果树,2003(5):1-4.
- [21] 惠竹梅,房玉林,郭玉枝,等. 水分胁迫对葡萄幼苗4种主要生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(3):146-149.
- [22] 杨玉珍,彭方仁,岑显超,等. 干旱胁迫下不同种源香椿苗木的生理生化变化[J]. 南京林业大学学报,2008,32(1):24-28.
- [23] 黄永红,陈学森,冯宝春. 果树水分胁迫研究进展[J]. 山东农业大学学报,2005,36(3):481-484.
- [24] 尹光华,沈业杰,张颖,等. 玉米品种抗旱生理生化指标研究[J]. 华北农学报,2010,25(增刊):88-92.
- [25] 魏鹏. 茶树抗旱性部分生理生化指标的研究[D]. 重庆:西南农业大学,2003.

## Relationship between Changes of Physiological-biochemical Characteristic of Grape Roots under Drought-stress and Drought-resistant

Ji Peng-fei<sup>1,2</sup>, XUE Bin<sup>3</sup>, LIU Zhi-hua<sup>2</sup>, SHANG Jing-jing<sup>2</sup>

(1. Baotou Garden Administrative Office, Baotou, Inner Mongolia 014010; 2. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019; 3. Ulanquab Afforestation Center, Jining, Inner Mongolia 012000)



# 晚播加工番茄生育关键期生理生化指标研究

晋绿生<sup>1</sup>, 王进<sup>2</sup>, 杜红<sup>1</sup>, 向导<sup>2</sup>, 白书军<sup>2</sup>

(1. 石河子气象局, 新疆 石河子 832000; 2. 乌兰乌苏农业气象试验站, 新疆 石河子 832003)

**摘要:**基于新疆加工番茄生长发育规律,设计不同播期处理,第1播期(正常播期)(4月15日)、第2播期(5月15日)、第3播期(6月15日)。在加工番茄不同发育期对各处理进行过氧化氢酶(CAT)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性和过氧化物底物酶(POD)活性等生理生化指标进行测定,以揭示晚播加工番茄生长发育过程中高温胁迫对植株生理生化的影响。结果表明:晚播处理加工番茄叶片SOD活性呈先降低后上升再降低的趋势,清除氧离子速率显著降低;叶片POD活性呈先下降后上升再降低的趋势,与正常期处理对比差异显著;叶片CAT活性呈先下降后上升趋势,与正常播期处理对比也发生较大变化。对各处理产量测定表明,晚播处理的产量显著低于正常播期处理的产量,正常播期处理667 m<sup>2</sup>产量达5.81 t,第2播期处理产量为3.51 t,第3播期处理产量为1.76 t。

**关键词:**加工番茄;晚播;抗氧化系统;生育期;产量

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)04-0020-03

新疆地处欧亚大陆腹地,日照充足,热量丰富,进入21世纪以来,新疆为促进地区经济发展而实施“红(番茄)、黑(石油)、白(棉花)”农业产业战略,加工番茄已成为发展地区经济的主要支柱产业之一。新疆加工番茄通常4月下旬在大田采用种子播种(约占90%以上面积),或5月中旬移栽(约占10%面积),8月中旬到9月初集中成熟,采收期25~30 d,成熟期十分集中。这种生产模式,不仅给番茄酱厂的加工生产造成了巨大的压力,而且使8月中、下旬至9月初近25 d的300℃以上有效积温不能得到有效利用。为了延长番茄酱厂的加工生产期,充分利用当地的光温资源,除了使用不同品种

以外,世界各地现通行的办法是有计划地安排一定的晚播种(移栽)面积,形成“分期播种、分期成熟、分期采收、延长加工”的生产模式,不仅延长了作物田间生长期和酱厂车间加工期,对充分利用光温资源,提高农民收益和增加企业效益都具有十分重要的作用。但是针对新疆晚播加工番茄生理生化的研究还鲜见报道。现结合新疆加工番茄生长发育规律,设计不同播种时间处理。对不同播期处理进行各项生理生化指标的测定,阐述晚播加工番茄叶片活性氧代谢与抗氧化系统之间的内在联系,以促进晚播加工番茄种植方式在新疆加工番茄产业中的应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2010年在新疆乌兰乌苏农业气象试验站进行,该站位于44°18'N,85°48'E,海拔462 m。试验地土壤

**第一作者简介:**晋绿生(1959-),男,新疆人,高级工程师,现主要从事农业气象及气候等研究工作。E-mail:apple6405@sohu.com。

**基金项目:**新疆气象局科研资助项目(200713)。

**收稿日期:**2011-12-21

**Abstract:** The physiological and biochemical changes of grape roots were studied using grape cultivars with different drought resistance in pots under drought stress. The results showed that physiological and biochemical indexes of grape root system had a close correlation with drought resistance. The relative conductivity of grape root increased with drought stress, and the membrane structure of drought resistance varieties were less damaged, so the relative conductivity changed slightly. The proline content of different grape varieties rose with drought stress. The change of proline content in drought resistance varieties was significantly greater than that in drought sensitive varieties. MDA content of grape root system increased under drought stress, the changes were greater in drought resistant varieties than those in drought sensitive varieties. The changes of peroxidase activity first increased and decreased after. The drought resistance grape varieties maintained a high level of peroxidase activity.

**Key words:** grape; drought resistance; root system; proline; malondialdehyde; peroxidase