

## 水分胁迫对南果梨叶片生理生化变化的影响

胡春霞 汤洁 王丽 (抚顺师范高等专科学校, 辽宁抚顺 113006)

**摘要** [目的] 研究南果梨水分胁迫下的生理生化特性。[方法] 以南果梨幼树盆栽苗为试材, 人工模拟水分胁迫设4个处理: 对照(75%)、轻度水分胁迫(55%)、中度水分胁迫(40%)和重度水分胁迫(30%), 研究了土壤水分胁迫对南果梨叶片生理生化变化的影响。[结果] 不同程度水分胁迫下南果梨叶片相对叶绿素含量、IAA值、水势值呈下降趋势。南果梨叶片中可溶性糖含量在水分胁迫初期增加, 4个处理增加程度依次为: 重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫; 随着水分胁迫时间的延长, 可溶性糖含量呈先升后降趋势。南果梨叶片细胞膜透性、MDA含量、相对电导率、脯氨酸和SOD活性均呈上升趋势。[结论] 可溶性糖、脯氨酸、MDA含量与南果梨的抗旱性密切相关。

**关键词** 水分胁迫; 南果梨; 生理生化

中图分类号 S661.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)12-04836-03

## Effects of Water Stress on the Physiological and Biochemical Changes in the Leaf of Nanguo pear

HU Chun-xia et al (Fushun Teachers College, Fushun, Liaoning 113006)

**Abstract** [Objective] The purpose was to research the physiological and biochemical characteristics of Nanguo-pear under water stress. [Method] With young tree seedlings of potted Nanguo-pear as tested materials, 4 treatments were set up by manually simulating water stress, i.e. CK (75%), light water stress (55%), moderate water stress (40%) and heavy water stress (30%). The effects of soil water stress on the physiology and biochemistry in the leaf of Nanguo-pear were researched. [Result] Under water stresses to different degrees, the relative chlorophyll content, IAA value and water potential value in the leaf of Nanguo-pear showed decreasing trend. The soluble sugar content in the leaf of Nanguo-pear increased in the early period of water stress and the increasing degrees in the 4 treatments in order were heavy stress > moderate stress > light stress. As the time of water stress was extended, the soluble sugar content showed first increasing and then decreasing trend. The membrane permeability, MDA content, relative conductivity, proline and SOD activity in the leaf of Nanguo-pear showed increasing trend. [Conclusion] Soluble sugar, proline and MDA content had close correlation with the drought resistance of Nanguo-pear.

**Key words** Water stress; Nanguo-pear; Physiology and biochemistry

南果梨是从秋子梨系统中筛选出来的优良地方品种, 原产于辽宁鞍山。该品种具有果实品质佳、抗寒、抗逆性强、生长快、结实早等特点, 市场销路广, 经济效益十分显著。

南果梨大多栽培于丘陵、山地, 易受到水分胁迫的影响, 因此, 关于其水分生理特性的研究已成为南果梨旱作和节水栽培、丰产优质的一项重要内容。在一定水分胁迫的强度下, 多数植物能够进行与抗旱有关的基因表达, 随之产生一系列的形态、生理生化等方面的变化, 从而显示其抗旱能力。水分胁迫对南果梨的影响, 目前尚未见报道。笔者通过人工模拟水分胁迫条件, 研究了南果梨的生理生化特性, 探索其对环境的适应性, 旨在为南果梨的抗旱生理和栽培管理提供理论依据。

## 1 材料与试验方法

**1.1 材料** 试验于2007年进行, 以盆栽3年生南果梨幼树(选至辽宁抚顺会元乡果园)嫁接苗为试材, 砧木为山梨。盆直径45 cm, 高30 cm, 每盆装土18 kg。盆土为园土与有机肥3:1混合。盆栽苗均置于温室内, 除进行不同程度的土壤水分胁迫外, 其他管理措施相同。

## 1.2 方法

**1.2.1 胁迫处理。** 设4个水分胁迫处理, 用称重法控制盆土含水量, 其土壤含水量占最大持水量的百分率按Hsiao方法, 即对照(CK)75%左右, 轻度水分胁迫( )55%左右, 中度水分胁迫( )40%左右, 重度水分胁迫( )30%左右。4次重复, 完全随机排列。

**1.2.2 试材管理。** 盆体及土表内覆塑料薄膜及外覆一层牛皮纸, 以防止水分蒸发。

**1.2.3 试材取样。** 采样在早晨6:00~8:00进行, 试样均取自中部枝条中部成熟叶片。

**1.2.4 测定方法。** 相对叶绿素含量用SPAD 2502仪器测定; 细胞膜透性采用电导仪法测定; 游离脯氨酸含量采用磺基水杨酸法测定; 可溶性糖含量用蒽酮法测定<sup>[1]</sup>; 丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定; 吲哚乙酸用FeCl<sub>3</sub>法测定; 超氧化物歧化酶活性采用氮蓝四唑(NBT)光化还原法<sup>[2]</sup>测定。

## 2 结果与分析

**2.1 水分胁迫对南果梨叶片相对叶绿素含量的影响** 由图1可知, 水分胁迫下南果梨叶片相对叶绿素含量总体呈下降趋势, 且重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫。这表明在水分胁迫下, 叶片的光合作用受到影响。相对叶绿素含量, 水分胁迫5 d时下降较慢; 胁迫15 d后趋于稳定; 胁迫28 d时降至最低; 胁迫25 d复水其相对叶绿素含量急剧下降。这表明, 水分胁迫下, 南果梨叶片叶绿体受到损伤, 其光合作用受到抑制。重度胁迫很难恢复。

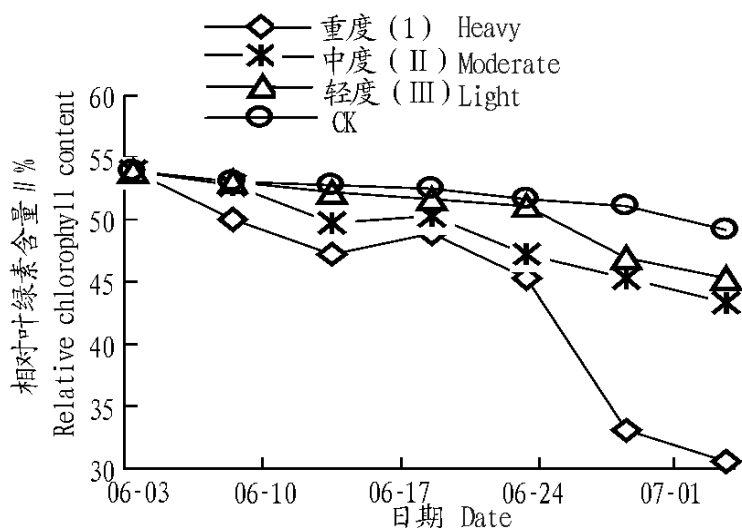


图1 水分胁迫对南果梨叶片相对叶绿素含量的影响

**Fig.1 Effects of water stress on relative chlorophyll content in leaves of Nanguo pear**

**2.2 水分胁迫对南果梨叶片细胞膜透性的影响** 试验以相

**作者简介** 胡春霞(1964-), 女, 辽宁抚顺人, 副教授, 从事果树栽培与生理方面的教学与科研工作。

收稿日期 2008-02-29

对电导率来描述水分胁迫对细胞膜透性的影响。由图2可知,对照条件下南果梨叶片细胞质膜相对透性在整个处理期内变化很小;重度、中度水分胁迫后相对电导率在胁迫初期上升较快,持续胁迫后上升变慢,说明细胞膜透性对水分亏缺反应灵敏。水分胁迫下细胞膜选择透性改变,导致大量离子外渗,从而使相对电导率升高。恢复供水3 d后,轻度水分胁迫可基本恢复到对照水平,中度、重度胁迫虽有所恢复,但仍明显高于对照水平,表明质膜受到严重损伤,在短时间内不能恢复。

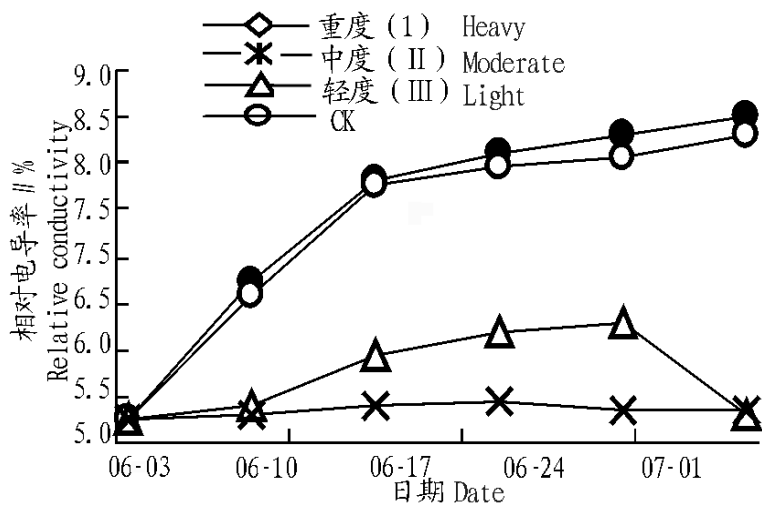


图2 水分胁迫对南果梨叶片相对电导率的影响

Fig. 2 Effects of water stress on relative conductivity in leaves of Nanguo pear

2.3 水分胁迫对南果梨叶片水势的影响 由图3可知,水分胁迫导致南果梨水势迅速下降,胁迫10 d时,下降程度加剧,之后又趋于平缓。2次复水后,水势急剧上升,但第1次复水后水势上升幅度较小,由此可知,胁迫5 d时细胞膜受到轻微损伤,胁迫10 d时细胞膜严重受损,水势的上升可能是由于吸胀水的原因,因此,可认为胁迫20 d复水难以恢复。

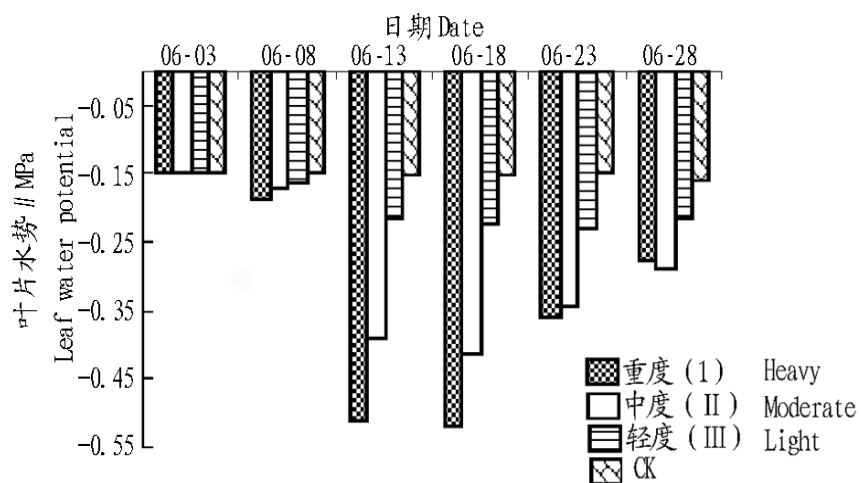


图3 水分胁迫对南果梨叶片水势的影响

Fig. 3 Effects of water stress on water potential in leaves of Nanguo pear

2.4 水分胁迫对南果梨叶片可溶性糖含量的影响 由图4可知,随着胁迫时间的延长,对照条件下的南果梨叶片中可溶性糖含量基本趋于稳定;干旱处理的叶片可溶性糖含量呈上升趋势<sup>[3]</sup>。随着处理时间延长,叶片中糖含量又开始下降。在胁迫处理的5~15 d,重度、中度胁迫的可溶性糖的积累有一个明显的上升阶段,且随胁迫程度的加深糖积累越明显,说明叶片中可溶性糖含量对干旱的反应敏感,处理后20 d达最大值。水分胁迫处理后,叶片中可溶性糖含量的积累程度:重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫。短期恢复灌水后,轻度胁迫较重度胁迫和中度胁迫恢复得快。

2.5 水分胁迫对南果梨叶片脯氨酸含量的影响 试验以

游离脯氨酸来分析水分胁迫下渗透调节物质的变化情况。由图5可知,叶片中脯氨酸含量对干旱的反应敏感,敏感期为10 d左右。重度和轻度胁迫在水分胁迫初期,脯氨酸含量明显上升,随着胁迫时间的延长,又表现为明显下降和缓慢下降的过程;轻度胁迫变化不明显,但仍为先上升后下降的趋势;对照条件下脯氨酸含量变化不明显。从整体来看,水分胁迫可增加南果梨叶片脯氨酸的含量,增加幅度为重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫;随着胁迫时间的延长,变化趋势是上升-下降。10 d复水后,叶片中的脯氨酸含量急剧下降。这可能是由于长时间胁迫导致脯氨酸水溶性降低,渗透调节能力下降<sup>[4]</sup>。随着胁迫时间的延长,叶片中的脯氨酸含量又趋于原来的水平,说明叶片中脯氨酸含量的不稳定性。

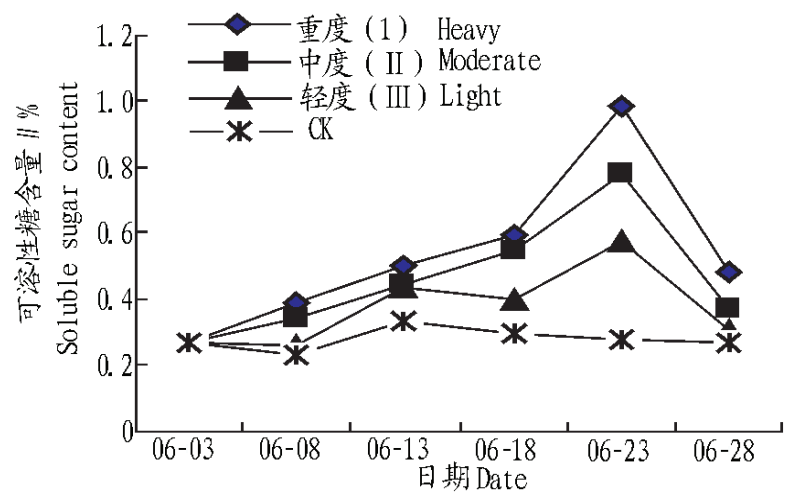


图4 水分胁迫对南果梨叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 4 Effects of water stress on soluble sugar content in leaves of Nanguo pear

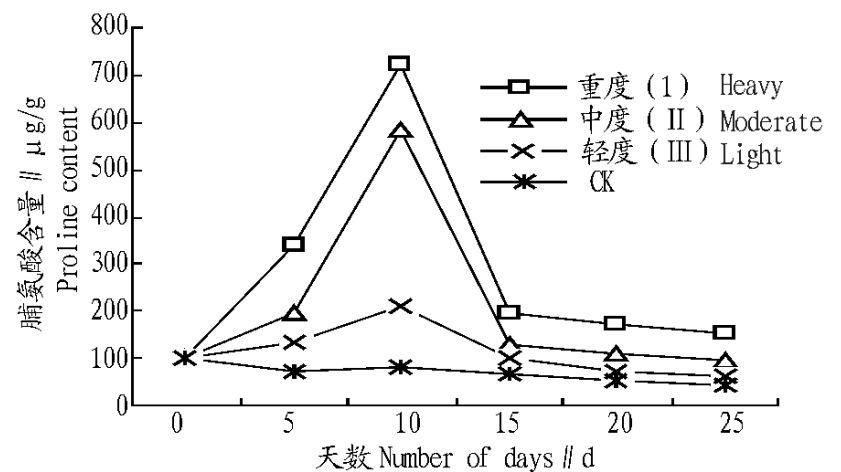


图5 水分胁迫对南果梨叶片脯氨酸含量的影响

Fig. 5 Effects of water stress on proline content in leaves of Nanguo pear

2.6 水分胁迫对南果梨叶片丙二醛(MDA)含量的影响

由图6可知,在水分胁迫过程中,随着胁迫时间的延长,不同处理均使南果梨MDA含量上升。增加幅度依次为重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫。胁迫处理后10 d内上升缓慢,10 d后大幅度上升,第20天升至最高。15 d恢复供水后重度胁迫很难恢复,轻度胁迫MDA含量接近对照水平,中度、重度胁迫虽有所恢复,但仍明显高于对照。

2.7 水分胁迫对南果梨叶片吲哚乙酸(IAA)含量的影响

图7显示,水分胁迫下南果梨叶片IAA含量下降较为明显。胁迫5 d,下降幅度最为显著,表明内源激素IAA对水分胁迫反应非常灵敏,在逆境条件下,能通过IAA调节自身的代谢来适应逆境。之后,IAA下降速度减缓。持续胁迫下,IAA含量趋于稳定,表明南果梨具有较高的耐逆性。在水分胁迫下,南果梨生长素类物质含量降低,表明水分胁迫不利于IAA的合成和积累。

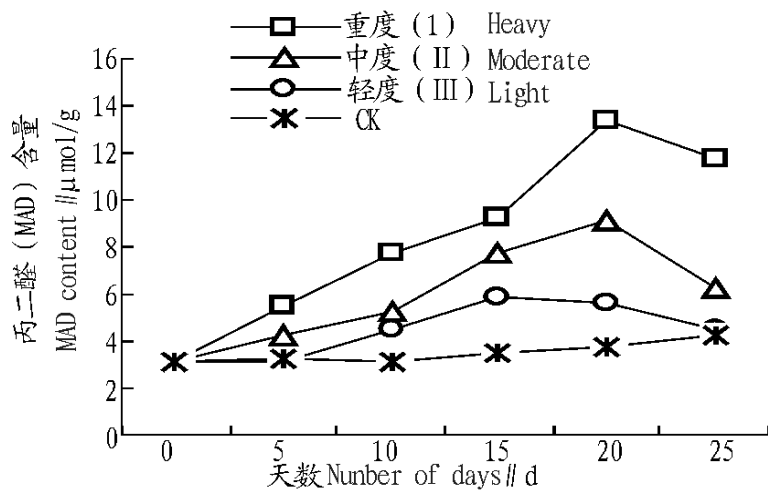


图6 水分胁迫对南果梨丙二醛(MDA)含量的影响

Fig.6 Effects of water stress on MDA content in leaves of Nanguo pear

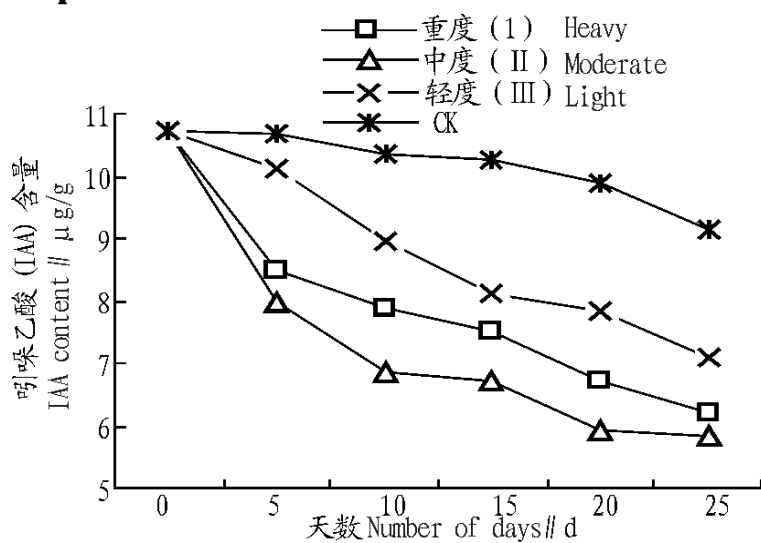


图7 水分胁迫对南果梨叶片吲哚乙酸(IAA)含量的影响

Fig.7 Effects of water stress on IAA content in leaves of Nanguo pear

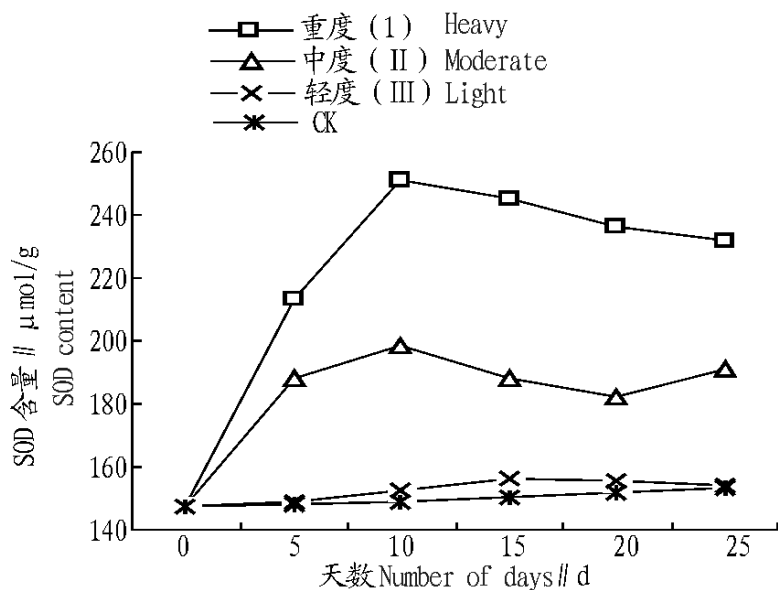


图8 水分胁迫对南果梨叶片SOD含量的影响

Fig.8 Effects of water stress on SOD activity in leaves of Nanguo pear

### 2.8 水分胁迫对南果梨超氧化物歧化酶(SOD)的影响

由图8可知,不同程度水分胁迫使叶片内SOD活性在水分胁迫前期比对照均有不同程度的提高,胁迫10 d时,活性达到最大。随着胁迫程度、胁迫时间的延长,SOD活性大幅度下降,重度、中度胁迫虽下降,但仍高于对照水平,而轻度胁迫接近对照水平。15 d复水后重度胁迫SOD活性仍继续下降,表明南果梨叶片的活性氧清除系统受到严重损伤。

### 3 结论与讨论

对水分胁迫下南果梨离体叶片的生理生化特性的研究表明,不同程度水分胁迫均使叶片内相对叶绿素含量、水势IAA含量降低。相对叶绿素含量的降低可能是由于水分亏缺导致叶绿体受损,严重缺水时叶绿体变形和片层结构

破坏的现象,光合系统内生理生化反应受到阻碍;IAA含量的下降可能是因为水分胁迫下ABA的大量产生抑制了IAA的合成,以及IAA氧化酶活性增强,加速了IAA的分解。

不同程度水分胁迫均使南果梨叶片内相对电导率、脯氨酸含量和SOD酶活性上升。脯氨酸含量的增加可能是水分胁迫使细胞内脯氨酸积累,渗透势降低,从而保证组织水势下降时细胞膨压得以维持<sup>[5]</sup>,这可能也是相对电导率上升、水势下降的原因之一;水分胁迫使南果梨叶片中的脯氨酸含量增加,且在胁迫初期脯氨酸含量猛增。脯氨酸在胁迫后期也下降,这可能是由于随胁迫时间的延长,其渗透调节能力改变或丧失<sup>[6]</sup>。重度和中度处理的脯氨酸含量均比对照高,且都有敏感高峰期,说明南果梨叶片脯氨酸的含量可以看作是树体处于逆境的一种受害反应特征。叶片中脯氨酸含量具有不稳定性,易于作抗旱生理的响应指标,不易于作育种指标。而SOD活性的增加可能是水分胁迫下,植物体内活性氧产生和清除系统受到破坏<sup>[7]</sup>。作为活性氧清除体系的主要酶,活性明显增强,清除过多的自由基以适应逆境。随着胁迫时间的延长,酶活性下降,可能是由于细胞膜保护系统发生了改变,也可能是保护膜受到了严重损伤,丧失了保护功能。

与对照相比,水分胁迫使南果梨叶片中可溶性糖含量增加,增加幅度为重度胁迫>中度胁迫>轻度胁迫,随着水分胁迫时间的延长,糖含量先升后降,短期恢复灌水后,均能恢复正常状态。可溶性糖含量增加是其抗性增强的内在原因。可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量与植物的抗水性密切相关,一般认为,缺水时植株中三种物质积累是作为渗透调节和防寒而起作用的,在水分胁迫下它们可增强抗逆能力,因此,可以认为,在水分胁迫下这三种物质含量增加是其抗性增强的内在原因。

综合该试验结果认为,南果梨的抗旱机理是比较复杂的过程,水分胁迫下各项指标敏感性不同,相对电导率、水势、SOD活性和IAA含量对水分胁迫比较敏感,在胁迫初期迅速通过调节自身代谢来适应逆境,这些指标对南果梨的抗旱性起着主要作用。相对叶绿素含量对水分胁迫的敏感性不强,因此在指示水分亏缺上有待于进一步研究。因为该试验均是以温室理想气候条件为前提,未考虑极端温度、寒潮等特殊环境,且是以离体叶片作为试验材料进行理化指标的分析,因此,还需要在田间自然环境对南果梨的多种理化指标进行进一步综合测定,以分析南果梨的抗逆性。

### 参考文献

- [1] 白宝璋. 植物生理学——测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993:127-128,146-147.
- [2] 汤章城. 现代植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999:314-315.
- [3] 徐迎春, 李绍华, 柴成林, 等. 水分胁迫期间及胁迫解除后南果梨树源叶碳同化物代谢规律研究[J]. 果树学报, 2001, 18(1): 1-6.
- [4] 陆华. 水分胁迫对梅杏桃脯氨酸积累及其抗旱性关系[J]. 华南农业大学学报, 1989, 12(3): 29-32.
- [5] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯, 1984(3): 15-22.
- [6] 陆华. 水分胁迫对梅杏桃脯氨酸积累及其抗旱性关系[J]. 华南农业大学学报, 1989, 12(3): 29-32.
- [7] 蒋明义, 郭绍川. 水分亏缺诱导的氧化胁迫和植物的抗氧化作用[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(2): 144-150.