

# 干旱胁迫对甜樱桃吉塞拉砧木光合的影响

孟艳玲<sup>1,2</sup>, 陈新<sup>3</sup>, 魏海蓉<sup>1</sup>, 张力思<sup>1</sup>, 王甲威<sup>1</sup>, 刘庆忠<sup>1</sup>

(1. 山东省果树研究所, 山东 泰安 271018; 2. 山东省威海市农业科学院, 山东 威海 264200;

3. 中国林业科学研究院 北京 100091)

**摘要:**以甜樱桃吉塞拉系列砧木—吉塞拉6号(G6)、吉塞拉5号(G5)、Y1和B5的1a生盆栽实生苗为试材,检测了其在干旱处理下的光合和叶绿素荧光参数。结果表明:干旱胁迫影响了吉塞拉砧木的叶绿素含量、光合参数和叶绿素荧光参数,各试材的净光合速率(Pn)、PS II潜在活性(Fv/Fo)、实际原初光能转化效率(ΦPS II)和表观电子传递速率(ETR)随胁迫程度的加重显著下降。干旱胁迫对吉塞拉砧木光合影响的效应既有品种间差异,又有处理间差异,轻度干旱促进了G5和B5的光合,而重度干旱胁迫对4种吉塞拉砧木的光合均产生抑制作用。

**关键词:** 干旱胁迫; 吉塞拉砧木; 光合参数; 叶绿素荧光参数

**中图分类号:** S 662.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)16—0019—03

水分是果树生长和发育最主要的环境因子之一。研究表明,水分胁迫导致叶绿体光合机构的破坏,引起光合CO<sub>2</sub>同化效率的降低,造成产量的直接下降<sup>[1]</sup>。我国北方大部分地区水资源匮乏,且栽培管理中水分利用

率比较低,果树易受干旱胁迫,因此,进行抗旱育种显得尤为重要。甜樱桃是我国近20a来发展最快的果树之一,由于其具有上市早、单位面积产值高、市场需求量大的优势,各适栽地区均把甜樱桃列为果树生产的重要树种。甜樱桃的发展除受品种制约之外,砧木也是限制其发展的关键因素。吉塞拉砧木具有明显的矮化、丰产、早实性强、抗病、土壤适应性广等优点,山东省果树所自1998年引进我国开展选育工作<sup>[2-3]</sup>。该试验以自主选育的吉塞拉系列砧木—吉塞拉6号(G6)、吉塞拉5号(G5)、Y1(吉塞拉6号自然授粉的4倍体实生后代)、B5(吉塞拉6号×甜樱桃的3倍体后代)1a生盆栽实生苗为试材,采取不灌水持续干旱处理,比较干旱胁迫对不

**第一作者简介:** 孟艳玲(1976-),女,博士,农艺师,现从事果树栽培及逆境生理研究工作。E-mail: myling1976@163.com。  
**通讯作者:** 刘庆忠(1963-),男,研究员,硕士生导师,现从事果树育种科研工作。E-mail: qzliu001@126.com。  
**基金项目:** 国家“863”计划资助项目(2006AA100108);山东省农业良种工程项目资助项目(2005-2010)。  
**收稿日期:** 2010-05-12

## Study on the Physiological and Ecological Characteristics of *Hippophae rhamnoides* L. Seedlings under Drought Stress

CUI Da-lian<sup>1</sup>, WANG Shu-zhen<sup>2</sup>, MA Yu-xin<sup>1</sup>

(1. Marine Science College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316000; 2. Mudanjiang Teacher's College, Mudanjiang, Heilongjiang 151700)

**Abstract:** Changes in some physiological biochemical indexes of seedling leaves long-term different drought stress was studied by using pot culture 2-year-old seedling as experiment material and adopting the method of weighing the soil to control the water content. The results showed that in the whole drought stress period Light stress (LS), Medium stress (MS) and Severe stress (SS) had higher the content of proline, soluble protein, soluble sugar and bound water/free water than that of Control (CK) and increased with the extension of stress time. The content of proline, soluble protein and soluble sugar in SS had obviously differences with LS, MS and that those had no different in LS and MS. The stem height and the stem basal diameter were all decreased with increasing drought stress. The leaf area of leaves were all decreased with increasing drought stress and extension of time for drought stress. In drought stress had definite inhibiting effect the seedlings growth.

**Key words:** *Hippophae rhamnoides* L.; drought stress; physiology and chemistry indexes; seedlings; physiology and ecology indexes

同吉塞拉砧木光合影响的差异, 以期为生产上甜樱桃砧木的选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

试验在山东省果树所试验温室中进行, 采用 1 a 生长势均一的吉塞拉系列砧木 G6、G5、Y1 和 B5 的盆栽实生苗为试材, 实生苗地上部具 20~25 片真叶, 盆径 23 cm, 盆高 29 cm, 底部带有托盘。盆土配比为腐殖土:园土=3:1, 每盆 1 株。

于 2008 年 6 月新梢生长期进行。对苗木灌透水(土壤相对含水量为 73.16%), 然后令盆土持续自然干旱至不同的胁迫程度(轻度干旱的土壤相对含水量为 61.03%, 中度干旱为 52.99%, 重度干旱为 43.44%)。随机区组设计, 单株小区, 重复 6 次。

1.2 试验方法

光合及荧光参数测定: 用英国 PP Systems 公司产 CIRAS-1 光合测定系统进行测定。选取新梢顶部第 2~3 片成熟叶片, 于上午 9:30 测定光合参数, 阴天用钨灯补光对植株进行激活。测定参数为净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)和胞间二氧化碳浓度(Ci)。用英国 Hansatech 公司生产的 FMS2 脉冲调制式荧光仪在相同叶片上测定荧光参数 Fo、Fv、ΦPS II 和 ETR, 测定前将叶片充

分暗适应 15 min。光合色素测定: 干旱处理结束时选取相同部位叶片取样, 每处理重复 6 次, 用 96%乙醇提取, UV-450 型紫外可见分光光度计下检测并计算叶绿素 a 和叶绿素 b 含量<sup>[4]</sup>。

1.3 统计分析

用 SPSS 数据统计软件, 成对数据 T 检验和单因素变异系数法分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对吉塞拉砧木叶绿素的影响

表 1 表明, 干旱胁迫下, G6、G5 和 Y1 的叶绿素 a(Ca) 和叶绿素 b(Cb) 含量较未处理对照显著增加, B5 则显著下降。Ca/Cb 值反映了不同品种萎蔫程度的差异, 萎蔫较轻的 G5 和 B5 的 Ca/Cb 值上升, 而较重的 G6 和 Y1 的 Ca/Cb 值下降。

2.2 干旱胁迫对吉塞拉砧木光合参数的影响

如图 1 所示, 适当的干旱胁迫可促进吉塞拉砧木的光合作用。适度干旱胁迫下(轻度或中度胁迫), G5 和 B5 的净光合速率(Pn)上升, G6 和 Y1 下降; 重度干旱胁迫下, 各品种 Pn 显著下降, G6、G5、Y1 和 B5 分别下降至初始值的 87.91%、75.71%、57.33% 和 84.59%。

表 1 干旱胁迫下吉塞拉砧木叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素 a/叶绿素 b 变化

Table 1 The content of Chlorophyll a, Chlorophyll b, and Chlorophyll a/Chlorophyll b in the leaves of Gisela rootstocks under severe drought stress

	叶绿素 a 含量			叶绿素 b 含量			叶绿素 a/叶绿素 b		
	Ca/mg·g <sup>-1</sup> FW			Cb/mg·g <sup>-1</sup> FW			Ca/Cb		
	对照 CK	胁迫 stress	T 值 T value	对照 CK	胁迫 stress	T 值 T value	对照 CK	胁迫 stress	T 值 T value
G6	3.65	4.43	-11.68**	1.27	1.68	-5.16**	2.88	2.64	1.83
G5	2.96	3.63	-5.50**	1.10	1.29	-2.19	2.70	2.82	-1.08
Y1	3.05	3.42	-1.87	1.10	1.66	-4.48**	2.79	2.06	8.35**
B5	4.52	3.09	9.27**	1.61	1.06	10.93**	2.81	2.93	-13.18**

注 \*\* 表示显著水平 α=0.01。  
Note: \*\* indicate significant at level α=0.01.

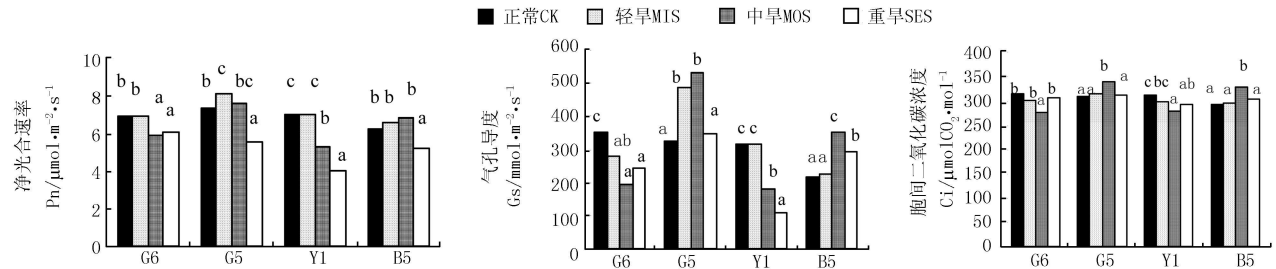


图 1 不同程度干旱胁迫下吉塞拉砧木叶片净光合速率、气孔导度和胞间二氧化碳浓度变化

Fig. 1 The change of Pn, Gs, and Ci in leaves of Gisela rootstocks under different drought stress

各试材气孔导度(Gs)的变化趋势类似净光合速率, 即 G6 和 Y1 的 Gs 随胁迫程度加重而逐渐下降, 而 G5 和 B5 的 Gs 则先升后降, 不同程度的胁迫处理间差异显著。

干旱胁迫下各试材的胞间二氧化碳浓度(Ci)相对

稳定, 但中度干旱胁迫对各试材的 Ci 影响相对显著, 其中 G6 和 Y1 下降了 11.46% 和 10.58%, G5 和 B5 则增加了 9.35% 和 11.30%。

2.3 干旱胁迫对吉塞拉砧木叶绿素荧光参数的影响

干旱胁迫影响了各品种的光合潜在活性。适度胁

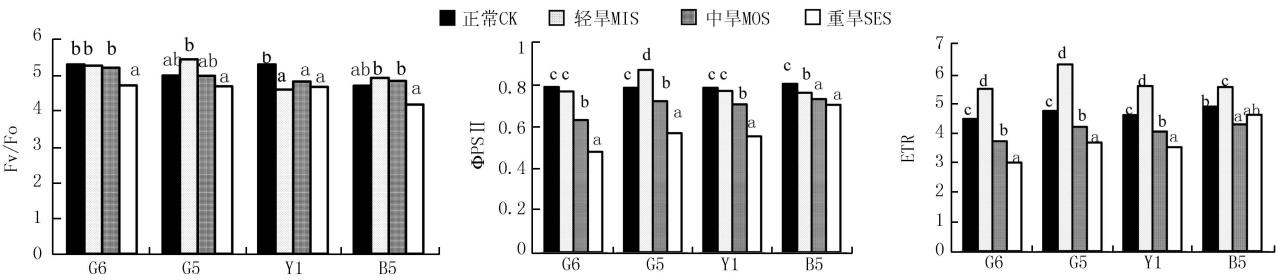


图 2 不同程度干旱胁迫下吉塞拉砧木叶片的 Fv/Fo、ΦPS II 和 ETR 值变化

Fig.2 The change of Fv/Fo, ΦPS II and ETR in leaves of Gisela rootstocks under different drought stress

胁迫下, G6 的 Fv/Fo 值较对照无显著变化, G5 和 B5 则显著上升, 而 Y1 显著下降; 重度胁迫下, 各品种的 Fv/Fo 值较对照显著下降。

干旱胁迫下, 除轻度胁迫提高了砧木 G5 的 ΦPS II 值外, 各品种的 ΦPS II 值总体变化趋势是随胁迫程度的加强显著下降。

不同程度的干旱胁迫对各品种表现电子传递速率影响显著。轻度胁迫促进了各试材的电子传递速率, G6、G5、Y1 和 B5 的 ETR 值分别升至初始值的 1.23、1.33、1.22 和 1.13 倍; 此后, 随着对干旱胁迫程度的加重, 各试材 ETR 值显著低于对照。

3 讨论

干旱胁迫影响了植株的光合速率, 同时也影响了植株的叶绿素荧光参数。干旱胁迫对小麦、核桃和葡萄等荧光参数影响的研究表明, Fv/Fo、Fv/Fm 和 ΦPS II 等与植物抗旱性密切相关, 可作为品种抗旱性检测的相对指标<sup>[5-7]</sup>。在该试验中, 从整个处理周期看, 各试材的 Fv/Fo、ΦPS II 和 ETR 随着胁迫程度的加强显著下降, 说明干旱胁迫抑制了 PS II 的光化学活性, 使供试 4 种吉塞拉砧木的潜在光合活性、实际光化学量子产量和表现电子传递效率受到抑制, 表现为植株的 Pn 降低, 这与前人的研究成果一致<sup>[7-9]</sup>。干旱胁迫对吉塞拉砧木叶绿素荧光参数的影响既有处理间又有品种间的差异。总体看来, 干旱胁迫对萎蔫程度较轻的品种(G5 和 B5)Fv/Fo、

ΦPS II 和 ETR 值影响小于萎蔫程度较重的品种(G6 和 Y1), 且轻度和中度胁迫的影响小于重度胁迫。

综上所述, 干旱胁迫影响了供试吉塞拉砧木的光合作用。轻度胁迫促进了 G5 和 B5 的光合, 而重度胁迫抑制了 4 种吉塞拉砧木的 PS II 活性, 降低了净光合速率。比较而言, G5 和 B5 的抗旱表现优于 G6 和 Y1。

参考文献

[1] Lal A, Edwards G E. Analysis of inhibition of photosynthesis under water stress in the C4 species amaranthus cruentus and zeamays; electron transport, CO<sub>2</sub> fixation and carboxylation capacity [J]. Australian Journal of Plant Physiol., 1996, 23(4): 403-412.  
[2] 刘庆忠, 张力思, 李勃. 等. 甜樱桃矮化砧木新品种“吉塞拉 5 号”[J]. 园艺学报, 2005, 32(4): 760.  
[3] 刘庆忠, 张力思, 李勃. 等. 甜樱桃矮化砧木新品种“吉塞拉 5 号”[J]. 园艺学报, 2006, 33(1): 213.  
[4] 张志良, 翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.  
[5] 张秋英, 李发东, 高克昌. 等. 水分胁迫对冬小麦光合能力和产量的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(26): 1184-1190.  
[6] 史胜青, 袁玉欣, 张金香. 等. 水分胁迫对核桃叶绿素荧光特性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(2): 20-24.  
[7] 徐建伟, 席万鹏, 方憬军. 等. 水分胁迫对葡萄叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(5): 175-179.  
[8] 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.  
[9] 牛铁泉, 田给林, 薛仿正. 等. 半根及半根交替水分胁迫对苹果幼苗光合作用的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(7): 1463-1468.

Effect of Drought Stress on Photosynthesis of Sweet Cherry Gisela Rootstocks

MENG Yan-ling<sup>1,2</sup>, CHEN Xin<sup>3</sup>, WEI Hai-rong<sup>1</sup>, ZHANG Li-shi<sup>1</sup>, WANG Jia-wei<sup>1</sup>, LIU Qing-zhong<sup>1</sup>

(1. Shandong Institute of Pomology, Tai'an, Shandong 271018; 2. Weihai Academy of Agricultural Science of Shandong Province, Weihai, Shandong 264200; 3. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

**Abstract:** The photosynthesis and chlorophyll fluorescence parameters of one-year Gisela rootstocks seedlings, G6, G5, Y1, and B5, which were planted in pots, were determined under drought stress. The results showed that, the content of chlorophyll, photosynthetic parameter, and chlorophyll fluorescence parameter were influenced by drought stress. The value of net photosynthesis rate (Pn), Fv/Fo, ΦPS II and ETR declined obviously with the degree of drought stress. The differences of drought stress on Gisela rootstocks were significantly different among species and degree of drought stress, photosynthesis of G5 and B5 were promoted by mild drought stress while photosynthesis of four rootstocks were inhibited by severe stress.

**Key words:** drought stress; Gisela rootstock; photosynthetic parameter; chlorophyll fluorescence parameter