

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201410050

唐玲玲, 向小奇, 杨江平, 等. 'LD-1' 砧米良一号猕猴桃的耐涝性[J]. 广西植物, 2016, 36(6):646-650

TANG LL, XIANG XQ, YANG JP, et al. Submergence tolerance of 'LD-1' stock-grafted *Actinidia deliciosa* Miliang 1[J]. Guihaia, 2016, 36(6):646-650

'LD-1' 砧米良一号猕猴桃的耐涝性

唐玲玲¹, 向小奇^{1,2*}, 杨江平¹, 彭明峰¹

(1. 吉首大学 生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000; 2. 吉首大学 武陵山猕猴桃研究中心, 湖南 吉首 416000)

摘要: 猕猴桃是一类不耐涝的植物, 为了解决猕猴桃的涝害问题, 吉首大学近年来尝试用'LD-1'作为猕猴桃的耐涝性砧木。该研究以米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃和'LD-1'砧米良一号猕猴桃为材料, 观测根系淹水后叶片可溶性糖含量、丙二醛含量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、SOD活性和形态的变化规律, 探讨了'LD-1'砧米良一号猕猴桃的耐涝性。结果表明:(1)米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系淹水后, 可溶性糖含量6 d后极显著($P < 0.01$)升高; 丙二醛含量8 d后显著($P < 0.05$)升高; 叶绿素含量和可溶性蛋白质含量没有显著变化; SOD活性6 d后显著($P < 0.05$)升高, 8 d后不再有显著变化; 叶片2 d后出现轻度萎蔫, 10 d后全部枯死。(2)'LD-1'砧米良一号猕猴桃根系淹水后, 可溶性糖的含量4 d后显著($P < 0.05$)升高; 丙二醛含量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和SOD活性无显著变化; 叶片10 d后未出现显著的萎蔫和枯死现象, 30 d后仍正常。这说明米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃耐涝性较弱, 'LD-1'砧米良一号猕猴桃耐涝性较强, 'LD-1'作砧木显著增强了米良一号猕猴桃的耐涝性。该研究结果为'LD-1'在米良一号猕猴桃栽培上的应用提供了依据。

关键词: 猕猴桃, 耐涝性, 'LD-1', 砧木, 米良一号, 生理指标, 形态指标

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2016)06-0646-05

Submergence tolerance of 'LD-1' stock-grafted *Actinidia deliciosa* Miliang 1

TANG Ling-Ling¹, XIANG Xiao-Qi^{1,2*}, YANG Jiang-Ping¹, PENG Ming-Feng¹

(1. College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou 416000, China;

2. Research Centre of Actinidia, Jishou University, Jishou 416000, China)

Abstract: *Actinidia deliciosa* Miliang 1, cultivated by a research team of Jishou University, Hunan Province, is a fruit tree with high output and high nutrition value but poor flood resistance, so the research on water stress is of great importance for its promotion. Some professors attempted to use *Actinidia* 'LD-1' as rootstocks to improve the submergence tolerance of *A. deliciosa* Miliang 1 in recent years. But in order to further reveal the submergence tolerance of 'LD-1' stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 from the physiological perspective, we selected the Miliang 1 seedling stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 and the 'LD-1' stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 as experimental materials, which were transplanted to flowerpots outside the laboratory at Jishou University in December, 2013. When the condition permitted, we treated the roots of those two materials with flood and non-flood group respectively in July, 2014. And in each group, we

收稿日期: 2014-10-31 修回日期: 2015-03-31

基金项目: 2013 国家级大学生创新创业计划训练项目; 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目([2013年]191号-238); 湖南省科技计划项目(2015NK3019)[Supported by the National Planning Training for Students Innovation and Starting an undertaking; Hunan Planning for Students Research and Innovation([2013]191-238); Hunan Planning Program of Science and Technology(2015NK3019)].

作者简介: 唐玲玲(1993-), 女, 湖南郴州人, 在读本科生, 主要从事果树学和植物生理学研究, (E-mail)424388735@qq.com。

*通讯作者: 向小奇, 硕士, 副教授, 主要从事果树学和植物生理学研究, (E-mail)xiangxiaoqi2002@163.com。

had 3 fruit trees for experiment. Besides recording morphological change in leaves of two experimental materials after 0, 2, 4, 6, 8 and 10 d waterlogging (both flood and non-flood group), we also tested other 5 physiological indices—soluble sugar content by anthrone colorimetry, malondialdehyde (MDA) by thiobarbituric acid (TBA) spectrophotometric, chlorophyll content by spectrophotometry, soluble protein content by coomassie brilliant blue (CBB) G-250 and superoxide dismutase (SOD) activity by nitroblue tetrazolium. The results were as follows: (1) When the roots of Miliang 1 seedling stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 waterlogged, soluble sugar content in leaves of those flooded tree increased very significantly ($P < 0.01$) 6 d later compared with those non-flooded group; the content of malondialdehyde (MDA) also had a significant increase ($P < 0.05$) after 8 d; and there was no significant change in chlorophyll content and soluble protein content; the activity of superoxide dismutase (SOD) increased significantly ($P < 0.05$) 6 d later while it had no significant change after 8 d; otherwise, after 2 d waterlogging, we observed there were a small amount of leaves wilting and all leaves died after 10 d. (2) However, the damage to 'LD-1' stock-grafted *Actinidia deliciosa* Miliang 1 appeared weak. Except the content of soluble sugar increased significantly ($P < 0.05$) 4 d later, the content of malondialdehyde (MDA), the content of chlorophyll, the content of soluble protein and the activity of superoxide dismutase (SOD) had no significant change; in addition, the leaves of 'LD-1' stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 did not wilt or die 10 d later, it also seemed normal after 30 d water stress. The results, on the one hand, obviously showed that the flooding resistance of 'LD-1' stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1 was higher than that of Miliang 1 seedling stock-grafted *A. deliciosa* Miliang 1; the submergence tolerance of *A. deliciosa* Miliang 1 was enhanced significantly by *Actinidia* 'LD-1' stock. On the other hand, this research also provides a theoretical basis for the usage of 'LD-1' rootstocks on *A. deliciosa* Miliang 1.

Key words: *Actinidia*, submergence tolerance, 'LD-1', stock, *Actinidia deliciosa* Miliang 1, physiological indexes, morphological indexes

猕猴桃 (*Actinidia*) 的苗木繁殖一般采用嫁接繁殖的方法,通常是先用野生或栽培猕猴桃的种子繁育实生苗作为砧木,然后在其上嫁接人工栽培品种。不同种类的砧木对接穗的生长、结果、果实品质和抗逆性等有不同的影响(蒋桂华等,1998;王莉等,2001;李洁维等,2004)。然而迄今为止有关猕猴桃砧木的研究仍很少,优良品种适宜砧木的选育严重滞后,有必要大力开展猕猴桃砧木方面的研究。

猕猴桃根系对水分敏感,既喜水又怕水,是不耐涝的果树树种之一,降水集中或不合理的灌溉常造成涝害(张琛等,2013)。湖南湘西武陵山区猕猴桃种质资源丰富,分布有多个种类的猕猴桃。为了解决猕猴桃的涝害问题,吉首大学武陵山猕猴桃研究中心的石泽亮教授等积极寻找猕猴桃的耐涝砧木,最终从湘西武陵山区找到了一种猕猴桃,他们将这种猕猴桃用代号'LD-1'表示。

石泽亮等(2005,2007)探讨了'LD-1'的耐涝性,并开始将'LD-1'用作猕猴桃的耐涝性砧木,但目前的研究是初步的,尚不够系统和深入。米良一号猕猴桃是湖南湘西地区猕猴桃的主栽品种,本研究探讨'LD-1'砧米良一号猕猴桃的耐涝性,为'LD-1'在米良一号猕猴桃栽培上的应用提供了试验依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本研究的试验材料有两种,一种是一年生'LD-1'砧米良一号猕猴桃植株,另一种是一年生米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃植株。2013年12月购自吉首市郊区振武营村杨姓猕猴桃专业户。购回后在吉首大学用普通花钵栽植,每钵1株,用吉首大学校园内普通黄壤做栽植基质。栽植后经常浇水施肥,2014年7月用于观测。

1.2 试验方法

1.2.1 试验材料的淹水处理 在大型塑料盆中进行,盆中放入3钵猕猴桃,往盆中加水至水面高出花钵土面。'LD-1'砧米良一号猕猴桃和米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃植株各淹水处理3钵,作为淹水处理植株。另分别取3钵'LD-1'砧米良一号猕猴桃和米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃不进行淹水处理,其植株作为不淹水处理植株。

1.2.2 生理指标测定 每处理选取典型功能叶片,洗净吸干后取叶肉组织进行测定。用蒽酮比色法(高俊凤,2006;张志安,2008)测定可溶性糖含量,硫代

巴比妥酸分光光度法(高俊凤,2006;张志良,2009)测定丙二醛含量,分光光度法(张志良,2009)测定叶绿素含量,考马斯亮蓝 G-250 染料结合法(高俊凤,2006;张志安,2008)测定可溶性蛋白含量,氮蓝四唑(NBT)法(高俊凤,2006;张志安,2008)测定SOD活性。淹水0 d测定一次,此后每隔2 d测定一次。单株重复测定3次。

1.2.3 处理植株的形态学观察 从处理0 d开始,观察记载淹水处理植株和不淹水处理植株叶片萎蔫和枯死的情况,每隔2 d观察记载一次。

1.3 数据统计分析

数据的统计分析和作图采用 Microsoft Excel 2013、SPSS 13.0 软件完成。

2 结果与分析

2.1 ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系淹水后叶片可溶性糖含量的变化

从图1可以看出,米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片可溶性糖的含量没有明显的变化趋势。根系淹水后,可溶性糖含量前期无显著变化,6 d后极显著($P<0.01$)升高。

‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片可溶性糖含量无明显变化。根系淹水4 d后,可溶性糖的含量显著($P<0.05$)升高。

2.2 ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系淹水后叶片丙二醛含量的变化

从图2可以看出,米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片丙二醛的含量没有明显的变化趋势。根系淹水8 d后,丙二醛含量显著($P<0.05$)升高。

‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片丙二醛的含量无明显的变化趋势。根系淹水后,丙二醛含量无显著变化。

2.3 ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系淹水后叶片叶绿素含量的变化

从图3可以看出,米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片叶绿素的含量没有明显的变化趋势。根系淹水后,叶绿素含量前期升高后期降低,但与根系不淹水相比没有显著性差异。

‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片叶绿素含量也呈现出前期升高后期降低的趋势,原因不明,可能与测定时取样或测定有误有关。根系

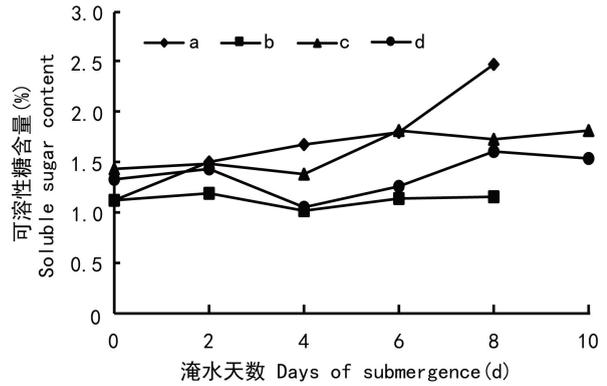


图1 可溶性糖含量 a. 米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系淹水; b. 米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水; c. ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系淹水; d. ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系不淹水。下同。

Fig. 1 Soluble sugar content a. Miliang 1 seedling stock-grafted *Actinidia deliciosa* Miliang 1 their roots under submerged environment; b. Miliang 1 seedling stock-grafted *Actinidia deliciosa* Miliang 1 their roots under normal environment; c. ‘LD-1’ stock-grafted *Actinidia deliciosa* a Miliang 1 their roots under submerged environment; d. ‘LD-1’ stock-grafted *Actinidia deliciosa* a Miliang 1 their roots under normal environment. The same below.

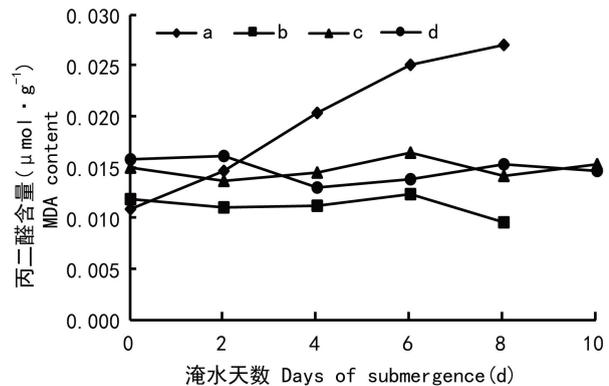


图2 丙二醛含量

Fig. 2 MDA content

淹水后,叶绿素含量波动性变化,但与根系不淹水相比没有显著性差异。

2.4 ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系淹水后叶片可溶性蛋白质含量的变化

从图4可以看出,米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片可溶性蛋白质的含量没有明显的变化趋势。根系淹水后,可溶性蛋白质含量呈升高趋势,但与根系不淹水相比没有显著性差异。

‘LD-1’砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片

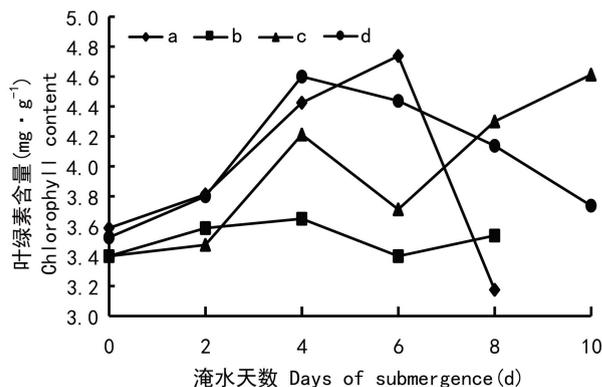


图 3 叶绿素含量
Fig. 3 Chlorophyll content

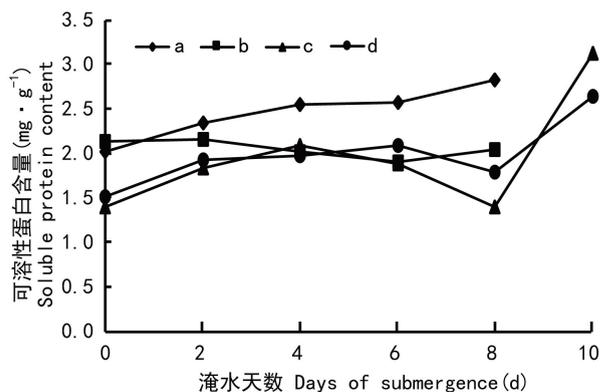


图 4 可溶性蛋白质含量
Fig. 4 Soluble protein content

可溶性蛋白质含量前期无明显变化,10 d 后升高。根系淹水后,可溶性蛋白质含量前期无明显变化,10 d 后升高,但与根系不淹水相比没有显著性差异。

2.5 'LD-1' 砧米良一号猕猴桃根系淹水后叶片 SOD 活性的变化

从图 5 可以看出,米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片 SOD 活性没有明显变化趋势。根系淹水后,SOD 活性前期无显著变化;6 d 后显著升高($P < 0.05$);8 d 后下降,与根系不淹水相比没有显著性差异。

'LD-1' 砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,叶片 SOD 活性无明显变化。根系淹水后,SOD 活性有一定波动,但与根系不淹水相比没有显著性差异。

2.6 'LD-1' 砧米良一号猕猴桃根系淹水后植株形态的变化

米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃和 'LD-1'

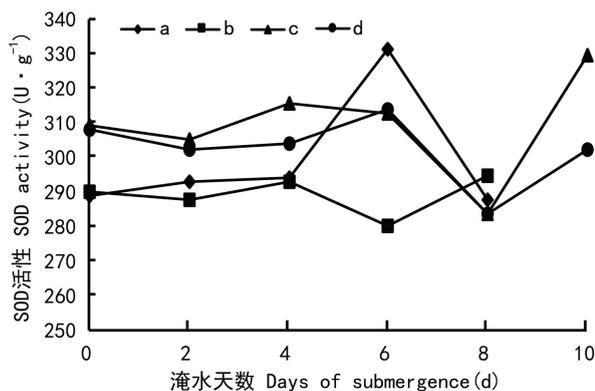


图 5 SOD 活性
Fig. 5 SOD activity

砧米良一号猕猴桃根系不淹水时,枝梢生长和叶片形态均正常,没有出现显著的萎蔫和枯死现象。米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系淹水 2 d 后叶片出现轻度萎蔫;4 d 后出现中度萎蔫现象;6 d 后重度萎蔫,部分叶片或者叶片的一部分出现干枯现象;8 d 后 80% 叶片全叶枯死;10 d 后叶片全部枯死。

'LD-1' 砧米良一号猕猴桃根系淹水 10 d 后,枝梢生长和叶片形态均正常,没有出现显著的萎蔫和枯死现象;淹水 30 d 后,春梢基部少量(20%)叶片枯死,其余叶片的形态和枝梢生长仍正常。

3 讨论与结论

邱柳等(2012)评价作物耐涝性的直观形态指标有叶色、根色、不定根发育、植株存活率与恢复力、生物量、产量等,间接指标有解剖结构、生理生化代谢(根系泌氧力、 K^+ 和 NO_3^- 含量、叶绿素含量、保护酶系和厌氧呼吸酶系活性、硝酸还原酶活性、质膜透性、光合与呼吸强度、营养水平等)以及分子生物学指标。范川和李贤伟(2009)筛选毛豹皮樟(*Litsea coreana* var. *lanuginosa*)苗木的耐涝性评价指标时,测定了叶片可溶性蛋白质含量、丙二醛含量、可溶性糖含量、SOD 活性和叶绿素含量。张琛等(2013)比较中华猕猴桃品种红阳、毛花猕猴桃品种华特和美味猕猴桃品种布鲁诺实生苗的耐涝性时,观测了淹水处理对涝害指数、根系活力、细胞膜相对透性、丙二醛含量、SOD 活性及 POD 活性的影响。

本研究以一年生 'LD-1' 砧米良一号猕猴桃植

株和一年生米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃植株为试验材料,分别进行根系淹水和不淹水处理,参考上述文献观测部分生理指标,同时观测叶片形态变化,结果显示根系不淹水的米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃植株实验期间叶片可溶性糖含量、丙二醛含量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和 SOD 活性无明显变化趋势。根系淹水后,可溶性糖含量和丙二醛含量很快显著($P<0.05$)上升,10 d 后叶片全部枯死。可溶性糖含量和丙二醛含量很快显著上升意味着糖类的分解和膜脂过氧化作用加剧,可能是叶片快速枯死的原因之一。而叶绿素含量前期升高,可能是因为米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃根系淹水后,植株处于水分胁迫状态,叶片含水量降低,叶绿素含量相对升高;后期降低可能是因为随着水分胁迫状态的持续,叶绿素合成减少,降解加剧,含量相对下降。上述结果表明米良一号实生苗砧米良一号猕猴桃植株对根系淹水敏感,耐涝性弱。

根系不淹水的‘LD-1’砧米良一号猕猴桃植株试验期间叶片可溶性糖含量、丙二醛含量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和 SOD 活性无明显的变化趋势。根系淹水后,叶片可溶性糖含量很快就显著($P<0.05$)升高,说明根系淹水对‘LD-1’砧米良一号猕猴桃产生了一定的胁迫效应。丙二醛含量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和 SOD 活性 10 d 后仍没有显著变化,叶片形态和枝梢生长均正常,淹水 30 d 后才有少量叶片枯死。上述结果表明‘LD-1’砧米良一号猕猴桃耐涝性较强,‘LD-1’作砧木显著增强了米良一号猕猴桃的耐涝性。

参考文献:

FAN C, LI XW, 2009. Filtration of *Litsea coreana* flood hardiness evaluation index [J]. J Fujian For Sci Technol, 36(1): 67-70. [范川,李贤伟,2009.毛豹皮樟苗木耐涝性评价指标筛选[J].福建林业科技,36(1):67-70.]

GAO JF, 2006. The experimental guide for plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press. [高俊凤,2006.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社.]

JIANG GH, XIE M, CHEN XX, et al, 1998. Rootstock effects on growth and fruiting in kiwifruit [J]. Acta Agric Zhejiang, 10(3): 161-162. [蒋桂华,谢鸣,陈学选,等,1998.砧木对猕猴桃生长结果的影响[J].浙江农业学报,10(3):161-162.]

LI JW, WANG XG, MO L, et al, 2004. Study on the selection of rootstocks for the good clone “Shimei” of *Actinidia deliciosa* [J]. Guihaia, 24(1): 43-48. [李洁维,王新桂,莫凌,等,2004.美味猕猴桃优良株系“实美”的砧木选择研究[J].广西植物,24(1):43-48.]

QIU L, LIU DW, XIONG L, et al, 2012. Advances in identification of waterlogging tolerance for peanut germplasm resources [J]. Hunan Agric Sci, (7): 4-7. [邱柳,刘登望,熊路,等,2012.花生种质资源耐涝性鉴定的研究进展[J].湖南农业科学,(7):4-7.]

SHI ZL, XU XJ, XIANG DF, 2005. Experimental study of waterlogging endurance of ‘LD-01’ rootstock for Kiwifruit [C]//Huang HW. Advances in *Actinidia* research (III), Beijing: Science Press:32-33. [石泽亮,徐湘军,向道富,2005.耐水耐渍猕猴桃砧木‘LD-01’的试验研究[C]//黄宏文.猕猴桃研究进展(III),北京:科学出版社:32-33.]

SHI ZL, XU XJ, YU XD, et al, 2007. ‘LD-1’ stock and high resisting of delicious kiwifruit make the experimental study of relevant problems up [C]//Huang HW. Advances in *Actinidia* research(IV), Beijing: Science Press:117-118. [石泽亮,徐湘军,余学东,等,2007.‘LD-1’砧木与美味猕猴桃高抗性组合相关问题试验研究[C]//黄宏文.猕猴桃研究进展(IV),北京:科学出版社:117-118.]

WANG L, WANG SM, HUANG HW, 2001. Graft compatibility among *Actinidia* species and screening rootstocks resistant to root-knot nematodes [J]. J Wuhan Bot Res, 19(1): 47-51. [王莉,王圣梅,黄宏文,2001.猕猴桃属种间嫁接亲和性试验研究及抗根结线虫砧木的初步筛选[J].武汉植物学研究,19(1):47-51.]

ZHANG C, ZHANG HQ, XIAO JP, et al, 2013. Comparison on seedling waterlogging tolerance of three cultivars of *Actinidia Chinensis* Planch [J]. Acta Agric Zhejiang, 25(5): 1 007-1 012. [张琛,张慧琴,肖金平,等,2013.三个品种猕猴桃实生苗的耐涝性比较[J].浙江农业学报,25(5):1 007-1 012.]

ZHANG ZA, CHEN ZY, 2008. The experimental technology for plant physiology [M]. Changchun: Jilin University Press. [张志安,陈展宇,2008.植物生理学实验技术[M].长春:吉林大学出版社.]

ZHANG ZL, QU WJ, LI XF, 2009. The experimental guide for plant physiology (4th ed) [M]. Beijing: Higher Education Press. [张志良,瞿伟菁,李小方,2009.植物生理学实验指导(第4版)[M].北京:高等教育出版社.]