园 艺 学 报 2006, 33 (4): 801～804
Acta Horticulturae Sinica

半根交替干旱对‘大久保’桃叶片中几种有机渗透调节物质的影响

赵军营[1,2] 王利军[2] 范培格[2] 李连生[2] 李绍华[2*]
([1]中国农业大学农学与生物技术学院，北京 100094; [2]中国科学院植物研究所，北京 100093)

摘 要：和良好水分条件的对照相比较，半根交替干旱处理 (ARS) 对‘大久保’桃叶片日出前水势无显著影响，但显著高于全根干旱 (WRS) 处理。WRS导致叶片中游离氨基酸、脯氨酸和可溶性糖含量显著增加和淀粉含量显著降低，而 ARS和对照之间叶片中游离氨基酸、脯氨酸、可溶性糖和淀粉含量均不存在显著性差别。此外，叶片中游离氨基酸、脯氨酸和可溶性糖含量与日出前叶片水势呈显著或极显著负相关，而淀粉含量与日出前叶片水势呈极显著正相关。上述结果表明，ARS条件下植株具有良好的水分供应能力，并不存在积累上述有机物质进行渗透调节的现象。

关键词：桃；半根交替干旱；渗透调节物质
中图分类号：S 662.1; S 607 **文献标识码**：A **文章编号**：0513-353X（2006）04-0801-04

Effects of Alternative Half Root Drying on Accumulation of Several Organic Osmolytes in ‘Okubo’ Peach Leaves

Zhao Junying[1,2], Wang Lijun[2], Fan Peige[2], Li Liansheng[2], and Li Shaohua[2*]
([1]*College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing* 100094, *China*; [2] *Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100093, *China*)

Abstract: Alternative half root drying (ARS) by root split technology did not result in significant decrease in predawn leaf water potential of young potted ‘Okubo’ peach plants (*Prunus persica*), as compared with the trees under well irrigation (control), while significantly higher predawn leaf water potential was observed on ARS trees than those under whole root drying (WRS). WRS increased significantly the concentrations of foliar free amino acid, proline and soluble sugar with a significant decrease in starch. However, there were no significant differences in the contents of foliar free amino acid, proline, soluble sugars and starch between ARS and control throughout the experiment. Moreover, the concentrations of foliar free amino acid, proline, soluble sugars and starch correlated significantly with predawn leaf water potential. It seemed that plants subjected to ARS maintained a good water status without accumulation of the previous organic osmolytes in leaves for osmoregulation.

Key words: Peach; Alternative half root drying; Osmolyte

1 目的、材料与方法

渗透调节是植物适应干旱胁迫的重要机制之一。尽管全根胁迫下果树渗透调节已经有较多的研究[1～3]，但是果树根系处于不均匀供水条件下的渗透调节的研究尚少见报道。本文报道了以半根交替干旱技术模拟不充分供水和全根干旱胁迫条件下大久保桃叶片中游离氨基酸、脯氨酸、可溶性糖和淀粉含量变化特点的比较研究结果。

将整齐一致的‘大久保’芽接苗根系分成两等份后，栽植在装有等量营养土的两个营养钵中

收稿日期：2005 - 10 - 26; **修回日期**：2006 - 02 - 20
基金项目：国家自然科学基金资助项目 (30370986)
* **通讯作者** Author for correspondence (E-mail: shhli@ibcas.ac.cn)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(直径 30 cm, 高 40 cm), 然后置放在直径和高分别为 40 cm和 50 cm的木盆内。当大部分新梢长度达到 40～80 cm时, 进行半根交替干旱 (ARS) 和全根干旱 (WRS) 处理。采用 Watermark 935234型便携式水势仪 (Irrometer Company, USA) 测定土壤水势控制水分胁迫程度 (图 1): ARS处理对其中一个营养钵进行充分灌溉 (土壤水势在 - 0.04 MPa以上), 另一个营养钵中的根系进行干旱胁迫, 当胁迫营养钵中的土壤水势低于 - 0.08 MPa时进行交替, 即对原先充分灌溉的根系进行干旱胁迫, 已胁迫的根系充分灌溉。WRS仅仅当两个营养钵中的平均土壤水势低于 - 0.08 MPa才进行灌溉。以两个营养钵均进行充分灌溉的树作对照。单株小区, 6次重复。阴雨天在植株下面覆盖塑料膜, 阻止雨水进入木盆与营养钵内。试验期间采用压力室法测定叶片日出前水势, 并在试验开始后第 5、13、21、37天 10时前后取叶片样品, 用于有机渗透调节物质的测定。脯氨酸、游离氨基酸含量采用茚三酮法测定[4,5], 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定[4], 淀粉含量采用高氯酸法测定[4]。

2 结果与分析

2.1 叶片水势

在整个试验期间, 对照叶片日出前水势维持在 - 0.5～ - 0.22 MPa之间 (图 1), 但与 ARS之间不存在显著性差异。WRS导致叶片日出前水势显著降低, 每个干旱周期结束时均低于 - 1.5 MPa, 但复水后的第 2天迅速恢复, 与对照之间不存在显著差异。

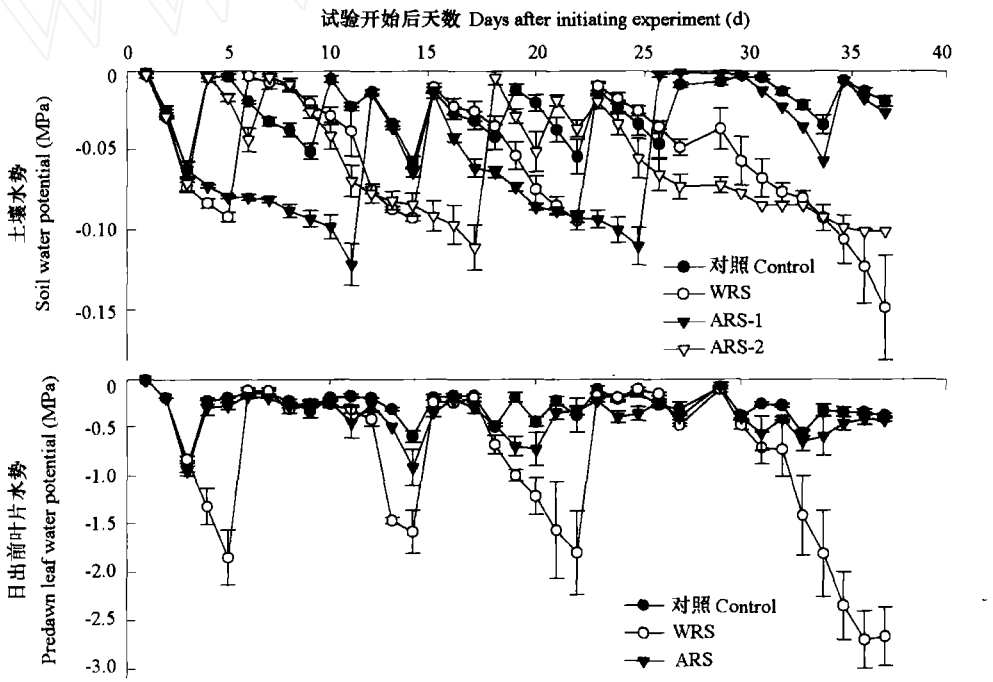


图 1 半根交替干旱 (ARS) 和全根干旱 (WRS) 条件下土壤水势和桃叶片日出前水势的变化

ARS-1: ARS处理中的一个营养钵; ARS-2: ARS处理中的另一个营养钵。各点为平均值 ±标准误 (n = 4)。

Fig. 1 Changes in soil water potential and predawn leaf water potential of peach plants subjected to alternative half root drying (ARS) and whole root drying stress (WRS) throughout the experiment

ARS-1: One pot of ARS; ARS-2: The other pot of ARS. Each point is mean ±standard errors (n = 4).

2.2 游离氨基酸与脯氨酸含量

ARS对桃叶片中游离氨基酸与脯氨酸含量无显著影响, 但 WRS显著增加了桃叶片内游离氨基酸与脯氨酸含量 (图 2)。试验期间, WRS叶片中游离氨基酸和脯氨酸含量分别较对照升高了 29%～58%和 247%～375%。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3 可溶性糖与淀粉

整个试验期间，ARS与对照之间叶片中可溶性糖和淀粉含量不存在显著差异，但WRS导致可溶性糖含量显著升高和淀粉含量显著降低（图 2）。尤其是叶片中淀粉含量，WRS较对照下降了 35%～48%。

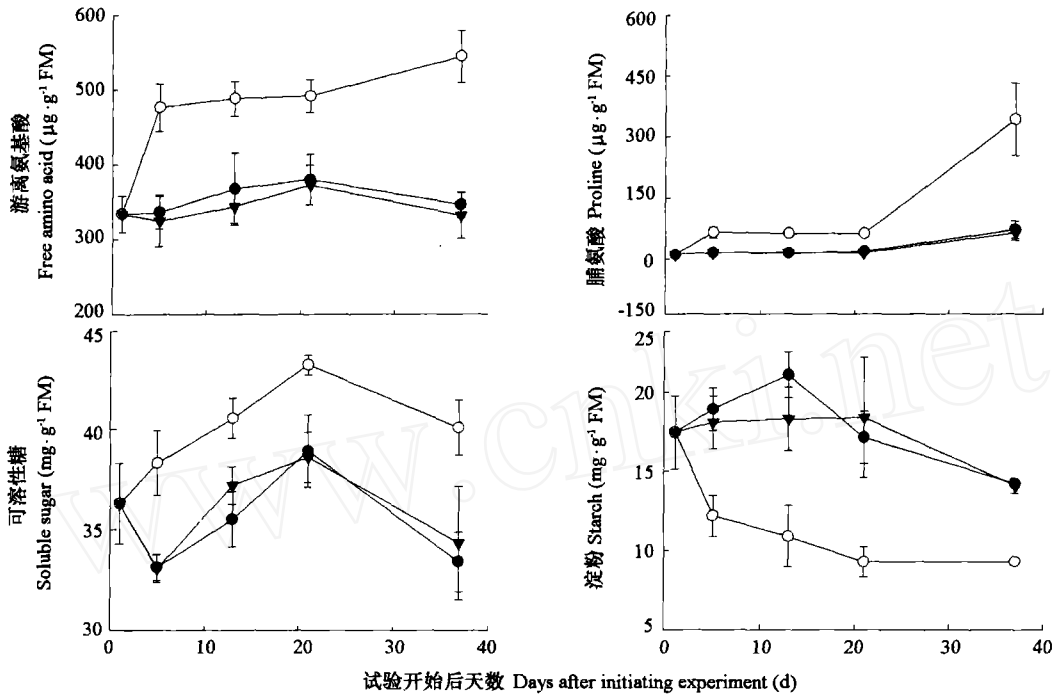


图 2　半根交替干旱（↕）和全根干旱条件下（○）桃叶片中游离氨基酸、脯氨酸、可溶性糖和淀粉含量的变化（●为对照）
各点为平均值±标准误（n=4）。

Fig. 2　Changes in foliar free amino acid, proline, soluble sugar and starch concentrations of peach plants subjected to alternative half root drying (↕) and whole root drying stress (○) throughout the experiment (● represents control)
Each point is mean ±standard errors (n=4).

2.4 叶片中游离氨基酸、脯氨酸、可溶性糖、淀粉与叶片水势的关系

对所有处理与对照叶片中的有机渗透调节物质与叶片水势的相关性分析表明，日出前叶片水势分别与叶片中游离氨基酸、脯氨酸和可溶性糖含量呈显著或极显著负相关（游离氨基酸：$y = -0.00004x^2 + 0.025x - 3.9$，$r = -0.97^{**}$；脯氨酸：$y = -0.00004x^2 + 0.021x + 0.052$，$r = -0.87^{**}$；可溶性糖：$y = -0.014x^2 + 0.836x - 13.06$，$r = -0.67^{*}$），与淀粉含量呈极显著的正相关（$y = -0.024x^2 + 0.89x - 8.4$，$r = 0.91^{**}$）。

3 讨论

积累渗透调节物质对维持细胞的膨压、降低干旱对细胞的伤害及干旱解除后代谢的恢复具有积极作用。参与渗透调节的物质既包括从环境进入植物细胞内的无机离子，也包括在细胞内合成的一些有机溶质。这些溶质主要是一些可溶性的碳水化合物和氨基酸[1~3]。桃、杏、苹果等果树脯氨酸和可溶性糖的含量在水分逆境后的几天内便会迅速增加。本研究表明，有机溶质的积累仅发生在全根干旱胁迫的桃叶片中（图 2），在半根交替干旱条件下，尽管处于胁迫的根系的土壤水势降低到 -0.08 MPa 以下，其叶片中脯氨酸、游离氨基酸和可溶性糖等溶质含量与对照不存在显著差异（图 2），其叶片日出前水势也维持在与对照相似的水平上（图 1），植株叶片不存在上述物质的渗透调节。

在全根胁迫条件下，土壤水势降低至 -0.08 MPa左右时，盆栽‘大久保’幼树就表现出临时萎

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

萎状态，但灌水后第 2天水势恢复正常 (图 1)。在半根交替干旱条件下，正处于胁迫状态的一半土壤水势低于植株处于萎蔫时的土壤水势，并在整个试验中植株具有良好的水分状况 (图 1)，表明其根系仍具有良好的水分吸收功能及其对土壤干旱极强的忍受能力。另外，半根交替干旱条件下可能存在处于良好水分状态下的根系向干旱胁迫的根系运输水分的现象，从而使处于极度干旱状态下的根系能够成活，这需进行更深入的研究证实。

参考文献:

1 汤章城. 对渗透和淹水胁迫的适应机理. 见: 余叔文，汤章城主编. 植物生理与分子生物学 (第 2版). 北京: 科学出版社，1998. 739～751
Tang Z C. Adaptation mechanism to osmotic and waterlogging stress. In: Yu S W, Tang Z C. Plant physiology and biotechnology. 2nd ed. Beijing: Science Press, 1998. 739～751 (in Chinese)

2 Li T H, Li S H. Leaf responses of micropropagated apple plants to water stress: nonstructural carbohydrate composition and regulatory role of metabolic enzyme. Tree Physiol, 2005, 25: 495～504

3 Serraj R, Sinclair T R. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant Cell Environ., 2002, 25: 333～341

4 赵世杰，刘华山，董新纯. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科学技术出版社，1998. 98～151
Zhao S J, Liu H S, Dong X C. Methods in plant physiology. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1998. 98～151 (in Chinese)

5 西北农业大学植物生理生化教研组. 植物生理学实验指导. 西安: 陕西科学技术出版社，1987. 103～105
Teaching and Research Group of Plant Physiology and Biochemistry, Northwestern Agriculture University. Methods in plant physiology. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 1987. 103～105 (in Chinese)

欢迎订阅 2007年下列期刊

《果树学报》是中国农业科学院郑州果树研究所主办的学术期刊。《果树学报》着重选发密切结合我国果树科研、教学、生产实际，反映学科学术水平和发展动向的优秀稿件，及时报道重大科研成果、阶段性成果和科研进展情况。栏目设置有研究论文、专论与综述、研究报告、技术与方法、新品种选育快报及信息快递等；内容包括生物技术、品种与种质资源、生理与栽培、土壤与肥料、植物保护、贮藏加工等。读者对象为果树学科的科研人员、高等农业院校师生及基层果树管理技术人员。本刊为双月刊，2007年每期 128页码，定价 15元，全年 6期共 90元。邮发代号: 36 - 93，国际代号 BM /1107。编辑部地址: 中国农业科学院郑州果树研究所，邮编: 450009。电话: 0371 - 65330927/28，传真: 0371 - 65330982，E-mail: chinagsxb@163. com。

《中国瓜菜》原名《中国西瓜甜瓜》，是由中国农业科学院郑州果树研究所主办的全国性瓜菜一体的科技期刊。2005年 7月改刊为《中国瓜菜》。

根据读者群划为科研、生产、论坛和信息四大版块，适合瓜菜科技人员、农业院校师生、瓜菜种植者、种子及产品经销商、行业组织管理人员、瓜菜区领导等瓜菜从业者参阅。双月刊，64页，单月 5日出版，每期定价 4. 50元，全年 6期共 27. 00元。邮发代号: 36 - 143。也可汇款至本刊发行部订阅。地址: 郑州市航海东路南 ·中国农业科学院郑州果树研究所; 邮编: 450009; E-mail: zggc@163. com; 编辑部电话: 0371 - 65330927; 广告部电话: 0371 - 65330949/26; 发行部电话: 0371 - 65330982。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net