园 艺 学 报 2006, 33 (5): 1039～1041
Acta Horticulturae Sinica

根系分区灌水对苹果叶片内源激素及生长的影响

邹养军[1] 魏钦平[2*] 李嘉瑞[1] 王小伟[2]
([1]西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌 712100; [2]北京市农林科学院林业果树研究所,北京 100093)

摘 要: 以 2年生分根盆栽'皇家嘎拉'(Royal Gala) 苹果为试材,通过全部根系、3/4、2/4、1/4根系灌水和全部根系干旱 5种处理研究了根系分区灌水对叶片内源激素变化及枝叶生长的影响。结果表明 1/4、2/4根系灌水叶片 ABA含量提高, IAA、GA_3、ZR含量降低,枝叶生长显著被抑制,并认为局部灌水处理对枝叶生长的抑制是由于根系 ABA合成量增加、CTK合成量降低,地上部茎尖和幼叶 IAA、GA_3合成量降低共同作用的结果。

关键词: 苹果; 根系分区灌水; 内源激素; 生长
中图分类号: S 661.1; S 607 **文献标识码**: A **文章编号**: 0513-353X (2006) 05-1039-03

Effects of Partial Rootzones Irrigation on Endogenous Hormones and Growth of Apple Branches and Leaves

Zou Yangjun[1], Wei Qinping[2*], Li Jiarui[1], and Wang Xiaowei[2]
(*[1]College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*; *[2]Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing* 100093, *China*)

Abstract: Two-year-old split-root potted apple trees (Royal Gala) were used for studying the effects of partial rootzone alternative irrigation on the content of endogenous hormones in leaves and growth of shoots and leaves. There are five experiment groups of irrigation: complete irrigated part, 3/4, 2/4, 1/4 and no irrigation part. The results showed that the content of ABA in leaves increased but contents of IAA, GA_3 and ZR in leaves were decreased, the growth of shoots and leaves were markedly inhibited under the treatments of 1/4 and 2/4 irrigation groups. We supposed the reasons for the growth of shoots and leaves inhibited markedly were the common effects of ABA increasing, CTK decreasing in roots synthesizing and IAA and GA_3 slowing down in shoots and young leaves synthesizing.

Key words: Apple; Partial rootzone irrigation; Endogenous hormones; Growth

1 目的、材料与方法

根系分区灌水 (Partial rootzone irrigation, PRI) 是一种节水潜力巨大的新型灌溉技术,每次仅部分根系灌水,其余部分保持干旱,根系始终处于干湿交替状态[1]。生产实践中发现 PRI技术可以在不降低葡萄产量的情况下节约一半灌溉水[2]。目前该技术在苹果上研究较少,作者探讨了苹果根系分区灌水植株叶片内源激素的变化以及与枝叶生长的关系,以期为 PRI技术在苹果生产中的应用提供理论依据。

试验于 2003～2004年在北京市林业果树研究所进行,试材为分根盆栽'皇家嘎拉'(Royal Gala) 苹果,砧木为怀来海棠 (*Malus prunifolia*)。2003年春季用 4个长宽均为 20 cm,高 36 cm的塑料花盆捆绑构成一个方形复合盆,将 2年生苹果苗根系平分 4部分栽入 4个小盆内,营养土配比为干鸡粪∶草炭∶农田耕土 =1∶2∶3,正常肥水管理。2004年萌芽前选择大小相对一致的分根苗运到遮雨棚,在新梢生长期进行分区灌水处理,共设 1/4、2/4、3/4根系灌水,全根系灌水和全根系干旱 5种处理,单株小区,随机排列,5次重复。为描述方便将分根植株的 4个小盆从左下方开始,顺时针编号

收稿日期: 2006-01-24; **修回日期**: 2006-04-17
基金项目: 北京市科委重大项目 (H030730050130); 北京市自然科学基金项目 (60622007)
* **通讯作者** Author for correspondence (E-mail: qpwei@sina.com)

为 a、b、c、d。1/4、2/4、3/4根系灌水处理首次分别灌 a、a + b、a + b + c部位，灌水量每 1/4根区每天灌水 0.5 L，7 d后交换灌水部位，分别对每株 b、c + d、b + c + d部位灌水，依次类推每 7 d按顺时针方向轮换灌水部位。全根系灌水每 1/4根区每天灌水 0.5 L，全根系干旱处理从 5月 12日起持续干旱 7 d，之后每 1/4根区灌水 0.5 L一次，进入下一轮干旱周期。试验期间阴雨天盖遮雨棚，晴天拉开。在分根植株的 a、b、c、d根区土壤中部埋设石膏块，用 300 Hz、5 V振荡器与石膏块和万用表串联，每天早晨测石膏块电阻值并计算出土壤水势值[3]。叶片内源激素含量用间接酶联免疫吸附检测法（ELISA）[4]测定，试剂盒由中国农业大学作物化控研究室提供，每处理重复 3次。黎明前叶水势用美国 3005型压力室于每天 5∶30测定，每处理取树冠中部新梢中部叶 3片。叶片气孔阻力用英国剑桥大学 AP4型气孔导度仪于 11∶00～12∶00测定，各处理测树冠中部叶 10片。新梢长度、叶面积从 5月 12日起每隔 7 d测量 1次，均取样 10次，叶面积用坐标方格法，新梢长度用直尺测量。

2 结果分析与讨论

2.1 土壤水势、黎明前叶水势和叶片气孔阻力的变化

部分根系灌水时，灌水部位土壤水势同全根系灌水处理的土壤水势变化一致，始终维持在 - 0.2 MPa左右，而干旱部位土壤水势则线性降低，1/4、2/4、3/4灌水处理干旱部位土壤水势因复水时间不同最小值分别为 - 6.0、- 3.2、- 2.2 MPa，但植株叶片均表现正常。黎明前叶水势在 - 0.3～- 0.5 MPa范围内变化，同全灌水植株无差异。而全根系干旱处理，随着持续干旱，土壤水势与黎明前叶水势线性降低，处理 3 d后即与其它处理差异显著，干旱 7 d后土壤水势为 - 3.1 MPa，黎明前叶水势低于 - 1.0 MPa，植株叶片表现出萎蔫。

不同的灌水根系体积对苹果叶片气孔阻力产生一定影响，邓肯氏新复极差法显著性测验发现，3/4根系灌水叶片气孔阻力与全根系灌水处理无差异，说明仅 1/4根系干旱对植株叶片气孔阻力影响不大。而 1/4、2/4根系体积灌水处理 3 d后就与全根系灌水叶片气孔阻力产生差异，并且随着时间推移有上升趋势，同时 2/4根系体积灌水叶片气孔阻力始终低于 1/4根系灌水处理，1/4根系灌水又低于全根系干旱植株，说明气孔阻力与根系干旱体积有一定相关性，干旱体积越大，叶片气孔阻力越高。

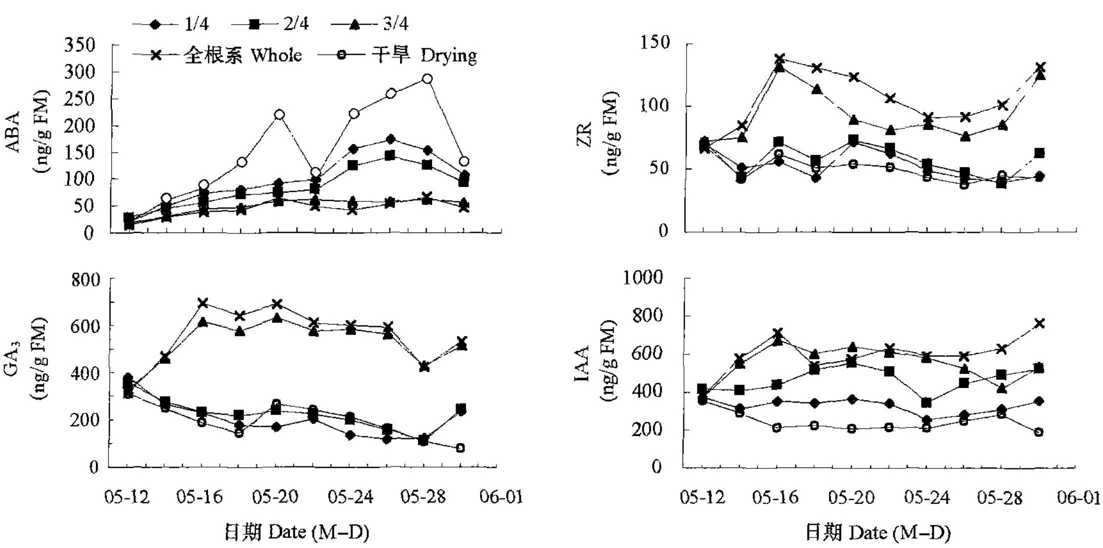

图 1 根系分区灌水苹果叶片 ABA、ZR、GA_3和 IAA含量的变化

Fig. 1 Changes of the contents of ABA, ZR, GA_3 and IAA in apple leaves only partial rootzone irrigation

2.2　根系分区灌水对苹果叶片内源激素的影响

由图 1可以看出，部分根系灌水对叶片 4种激素含量变化产生一定影响。当 3/4根系灌水时各种激素含量同全根系灌水处理无显著差异，但 1/4、2/4根系灌水和全根系干旱处理的各种激素均与全根系灌水的产生差异。随干旱根系体积和干旱天数的增加 ABA含量呈增大趋势，而 ZR、GA_3、IAA含量显著减小，当干旱体积超过一半后，ZR、GA_3、IAA含量较全根系灌水植株分别降低 1/3、1/3、1/4，而 ABA含量提高 1～3倍，可见部分根系灌水对叶片 ABA、ZR、GA_3和 IAA的含量产生显著影响。

2.3　根系分区灌水对苹果枝叶生长的影响

部分根系交替灌水处理的苹果枝叶每周生长总量显著降低 (图 2)。1/4、2/4、3/4根系灌水处理前两周，同全根系灌水相比新梢总生长量分别降低 40%、30%、5%，后两周分别降低 70%、65%、10%。叶面积的生长同样受到抑制，1/4、2/4、3/4根系灌水处理平均周净增长量比全根系灌水的分别低 69.7%、63.3%、18.9%。由于部分根系灌水植株水分状况正常，说明地上部生长的抑制并不是由于水分吸收减少造成的[2]。本试验研究结果表明，部分根系交替灌水时叶片 ABA含量升高，并且干旱的体积愈大，叶片 ABA含量愈高，同时 1/4、2/4根系灌水处理叶片 ZR、GA_3、IAA含量显著低于全根系灌水处理。造成这种结果的原因可能是部分根系干旱时，根系 ABA合成量增加，CTK合成量降低，导致叶片 ABA浓度升高，CTK浓度降低。而 ABA的积累会诱导乙烯合成前体 ACC的积累，叶片内较高浓度的乙烯和较低浓度的 CTK，抑制苹果新梢和叶片生长，造成茎尖和幼叶 IAA和 GA_3合成量减小，叶片 IAA和 GA_3浓度降低会进一步抑制枝叶生长。故认为部分根系交替灌水对地上部枝叶生长的抑制作用是由于根系 ABA合成量增加，CTK合成量降低，地上部茎尖和幼叶 IAA、GA_3合成量降低共同作用的结果。

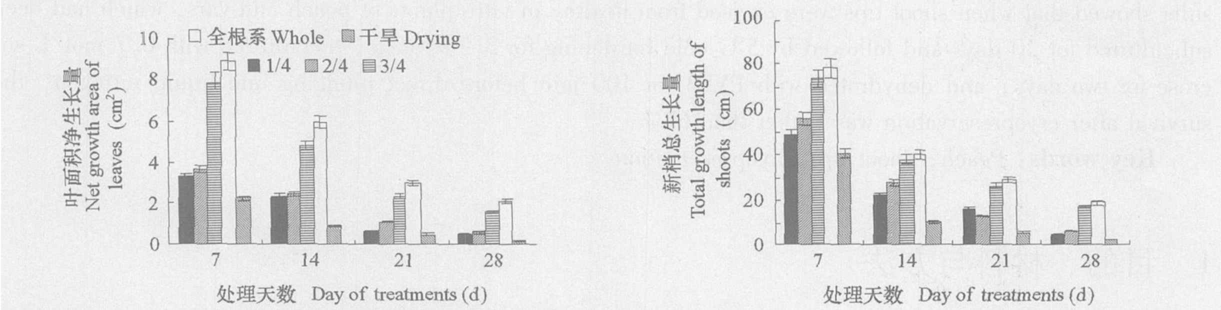

图 2　根系分区灌水对苹果新梢总生长量和叶面积净生长量的影响

Fig. 2　Effects of partial rootzone irrigation on growth of shoots and leaves

参考文献：

1　Zhang J H, Jia W S, Kang S Z. Partial rootzone irrigation: its physiological consequences and impact on water efficiency. Acta Bot Boreal Occident Sin., 2001, 21 (2): 191～197

2　Loveys B R, Dry P R, Stoll M. Using plant physiology to improve the water use efficiency of horticultural crops. Acta Hort, 2000, 537: 187～197

3　刘志敏. 水分胁迫对盆栽桃树生长的影响：[硕士论文]. 北京：中国农业大学，2002. 16～17

Liu Z M. Effects of soil water deficit on potted peach growth: [M. D. Dissertation]. Beijing: China Agricultural University, 2002. 16～17 (in Chinese)

4　何钟佩. 农作物化学控制实验指导. 北京：北京农业大学出版社，1993. 21～26

He Z P. Experiment direction of crop chemical control technology. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1993. 21～26 (in Chinese)