

# 春季柑橘叶片对红壤水分调节的响应

周 静<sup>1</sup>, 崔 键<sup>2</sup>

(1 中国科学院 南京土壤研究所, 江苏 南京 210008; 2. 中国科学院 红壤生态实验站, 江西 鹰潭 335211)

**摘要:** 通过调节红壤含水量不同的层次水平, 研究了土壤相对含水量(SWC)对春季柑橘叶长、叶宽、叶梢长的影响, 并比较了在 SWC 处理下柑橘叶片与根系氮、磷、钾含量变化及特点。结果表明, SWC 在 75% 左右, 最适柑橘叶片的生长。氮素在叶与根系中差别不大, 但叶磷、钾含量远低于根系磷、钾含量; 适当缺水有利于柑橘叶中氮素的积累, 柑橘叶中磷含量与 SWC 呈显著正相关, 而各 SWC 处理间柑橘叶片钾含量没有差异。

**关键词:** 红壤; 水分调节; 柑橘; 叶片; 营养元素

中图分类号: S152.7 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)04-0154-03

## Effects of Soil Moistures on Orange(*Citrus unshiu* Marc.) Leaf in Spring

ZHOU Jing<sup>1</sup>, CUI Jian<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;

2. Red Soil Ecological Experiment Station, Chinese Academy of Sciences, Yingtan 335211, China)

**Abstract:** The leaf length, the leaf width and the shoot length were studied under five moisture treatments which were SWC30, SWC45, SWC60, SWC75 and SWC90 treatment of red soil in Spring. The characteristics and content change of N, P and K element in leaves and roots of orange were also compared under those soil water treatments. The result was showed that it was better for leaf growth of orange when soil water treatment was about 75%. There was no difference for N in leaves and roots. But the contents of P and K in leaves were less than that in roots. The appropriate water shortage was advantageous to N cumulation for orange. The content of P in orange leaves had a positively significant correlation with soil relative water content (SWC). There was no difference for the content of K in leaves among different SWC treatments.

**Key words:** Red soil; Water accommodation; Orange; Leaf; Nutrition element

柑橘是我国亚热带红壤地区栽培最为广泛的水果, 但柑橘园多建在水分条件较差的丘陵岗地, 土壤水分是制约柑橘生产的主要环境因子<sup>[1]</sup>。土壤水分的变化会引起植物体内一系列的生理生化变化, 以提高对环境的适应性<sup>[2-3]</sup>。据研究, 果树叶片相对含水率和新梢长等均随土壤水分的减少而降低<sup>[4,5]</sup>。同时, 叶片中矿质营养元素也因树种、土壤水分变化而差异显著<sup>[6-8]</sup>。目前, 对土壤水分与树木生长关系的研究多集中在我国西北部干旱半干旱地区<sup>[4-7]</sup>, 而对红壤季节性干旱区的研究较少, 对柑橘的研究则更少。

本试验通过对盆栽种植柑橘实行精确供水, 研究水分控制下柑橘叶的生长变化和对叶片氮、磷、钾

含量的影响, 比较叶片与根系氮、磷、钾含量变化及特点, 旨在为红壤地区橘园灌溉模式提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试材及处理

试验于 2003 年 4—6 月、2004 年 4—6 月在中国科学院红壤生态实验站(E 116°55', N 28°12')柑橘园边上的试验温室网室中进行。试材为 2 年生枳(*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)砧宫川温州蜜柑(*Citrus unshiu* Marc. cv. Miyagawa Wase)盆栽苗。采用一号签瓦桶盆, 口内径、底内径和内高度分别为 32, 27, 38 cm, 装土 15 kg, 土壤与橘园红壤相同, 为第四纪红黏土发育的红壤, 并按橘园土壤的土层顺序装土。土

收稿日期: 2008-04-22

基金项目: 国家“863”项目(2002AA2Z4331); 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-413)资助

作者简介: 周 静(1963-), 男, 安徽合肥人, 副研究员, 博士, 主要从事土壤生态与节水农业研究工作。

壤有机质 11.05 g/kg, 全氮 0.54 g/kg, 碱解氮 52.60 mg/kg, 有效磷 44.83 mg/kg, 速效钾 283.52 mg/kg, 其他理化性质见参考文献[9]。

选主径、分枝、长势、胸径等柑橘生长特征均相近的苗 25 盆, 每盆 1 株, 进行水分调节处理。采用单因子差异重复试验设计, 设置 5 个土壤水分处理, 每处理 5 个重复。按盆内土壤含水量与最大田间持水量的百分数来表示土壤含水量 (SWC)。处理 I (SWC30), 保持盆内 25 cm 深度的土壤含水量约为最大田间持水量的 30%; 处理 II (SWC 45), 保持盆内 25 cm 深度的土壤含水量约为最大田间持水量的 45%; 处理 III (SWC 60), 保持盆内 25 cm 深度的土壤含水量约为最大田间持水量的 60%; 处理 IV (SWC 75), 保持盆内 25 cm 深度的土壤含水量约为最大田间持水量的 75%; 处理 V (SWC 90), 保持盆内 25 cm 深度的土壤含水量约为最大田间持水量的 90%。

土壤含水量 (SWC) 监测与控制: 各处理得到设计的土壤含水量后, 用塑料薄膜将盆及土面包住, 以防止土面和盆体蒸发; 用土壤精密水分探头 (MP-406, 澳大利亚 ICT 公司) 适时观测盆内土壤水分含量, 用烘干法校正 (用管状取样器进行纵向混合取样, 每盆取 3 点混合土样), 按盆内土壤重量适时加水, 控制盆内土壤含水量在试验设计的范围内。试验期间环境温湿度变化相对稳定。保持上述各含水量 7 d 后进行首次采样测定, 根据不同测定指标, 确定采样间隔时间。

表 1 土壤水分调节对柑橘叶形态各指标的影响

Tab. 1 Effects of soil moisture on leaf morphological factors of orange

土壤水分处理/% Soil water content	叶面积/cm <sup>2</sup> Leaf area	叶周长/cm Leaf perimeter	叶长/cm Leaf length	叶宽/cm Leaf width	叶长/宽 Ratio of leaf length to width	形态因子 Factor
30	8.49Cc	11.42Bb	4.15Bb	2.65Cb	1.52Aab	0.81Aa
45	8.93Cbc	11.60Bb	4.21Bb	2.73BCb	1.56Aab	0.82Aab
60	10.19BCb	12.13Bb	4.32ABb	2.98ABa	1.47Ab	0.86Aa
75	12.25Aa	13.84Aa	4.92Aa	3.19Aa	1.64Aa	0.86Aa
90	12.07ABa	13.61Aa	4.93Aa	3.16Aa	1.64Aa	0.86Aa

2.2 土壤水分调节对柑橘叶片营养元素吸收的影响

从表 2 可以看出, 叶片营养元素含量与根系营养元素含量差异显著, 尤以磷、钾含量差异显著。叶片氮、磷、钾含量分别为根系的 76.81%, 14.51%, 4.47%。表明营养元素从柑橘根系吸收后在叶片中累积程度不同。氮是蛋白质、氨基酸合成的基本元素, 所以含量要远高于其他元素, 这也是在不同作物施肥中氮肥要远远多于磷、钾肥的原因。

在不同的 SWC 处理下, 叶片营养元素含量的变化趋势与根系营养元素含量的变化趋势也有所不同。叶片氮含量与根系氮含量间无相关性 ( $Y =$

1.2 分析检测方法

叶形态指标测定: 叶长、叶宽、叶稍长和茎的长度用直尺测量; 横茎直径取根部 10 cm 茎直径, 用游标卡尺测量; 绿叶面积和叶周长用叶面积仪测定。

营养元素测定: 全氮采用开氏法, 全磷采用比色法, 全钾采用火焰光度计法<sup>[10]</sup>。

2 结果与分析

2.1 土壤水分调节对柑橘叶形态的影响

从表 1 可以看出, 柑橘叶面积、叶周长、叶宽都是在 SWC75 处理时达最大值, 分别为  $(12.25 \pm 2.61) \text{ cm}^2$ ,  $(13.84 \pm 1.43) \text{ cm}$ ,  $(3.19 \pm 0.25) \text{ cm}$ ; 叶长最大值虽然出现在 SWC90 处理, 但与 SWC75 处理间无显著差异。SWC 在 75% 以下时, SWC 与柑橘叶各形态指标呈正相关, 最小值均在 SWC30 处理出现, 而且 SWC30 处理时的叶面积、叶周长、叶长、叶宽与 SWC75 处理间差异达极显著, 并且 SWC 与柑橘叶面积呈极显著相关 ( $Y = 1.006X + 7.188$ ;  $R^2 = 0.942^{**}$ ); 与柑橘叶周长呈显著相关 ( $Y = 0.689X + 10.449$ ;  $R^2 = 0.9159^{*}$ ); 与柑橘叶长呈显著相关 ( $Y = 0.226X + 3.828$ ;  $R^2 = 0.8511^{*}$ ); 与柑橘叶宽呈极显著相关 ( $Y = 0.151X + 2.489$ ;  $R^2 = 0.9474^{**}$ ); 与柑橘叶叶长/叶宽间有一定相关性 ( $Y = 0.014X + 0.8$ ;  $R^2 = 0.7903$ )。可见, SWC 在 75% 左右时, 最适柑橘叶片的生长。随着 SWC 的增加或减少, 柑橘叶片生长量都受到了一定程度的影响。

$-0.0806X^2 + 3.784X - 27.982$ ;  $R^2 = 0.176$ ), 叶中氮含量在 SWC60 处理时达最大值, 且与 SWC75 处理间差异显著, 这可能是在适当土壤缺水条件下柑橘叶片的生理调节反应, 通过加大蛋白质、氨基酸和氮代谢次生产物的积累, 调节细胞水势和稳定、修复细胞质膜, 以适应一定的水分胁迫, 这也是适当亏缺灌溉能提高水果和农作物品质的生理基础; 叶片磷含量与根系磷含量间有一定负相关 ( $Y = 0.3638X^2 - 1.2934X + 1.2916$ ;  $R^2 = 0.5425$ ), 且叶片磷含量与 SWC 呈显著相关 ( $Y = 0.00002X^2 - 0.0007X + 0.1625$ ;  $R^2 = 0.9443^{*}$ ), 各 SWC 处理间差异显著,

但最低值出现在 SWC45 处理上,这也可能是磷参与生理代谢的结果;叶片钾含量与根系钾含量间基本一致,呈极显著线性相关( $Y=0.013\ 3X+0.707\ 3$ ;

表 2 不同水分处理对柑桔叶片和根系中氮、磷、钾含量的影响

Tab. 2 Effects of soil moisture on the content of N P and K element in leaves and roots of orange							g/kg
土壤水分处理/% Soil water treatment	全氮 Total N		全磷 Total P		全钾 Total K		
	根系 Roots	叶片 Leaves	根系 Roots	叶片 Leaves	根系 Roots	叶片 Leaves	
30	17.92b	13.74c	1.56a	0.17d	20.47a	0.98a	
45	20.45ab	14.48c	1.43ab	0.16e	21.38a	0.99a	
60	20.34ab	18.59a	1.35ab	0.20c	22.13a	1.00a	
75	22.25a	17.14b	1.26b	0.23b	24.63a	1.03a	
90	21.18ab	13.76c	1.34ab	0.26a	23.77a	1.03a	

3 讨论与结论

土壤水分是组成树体的重要物质基础,又是新陈代谢的必备条件。如土壤中有机的分解、营养物质的吸收、运输及光合作用等都是有水条件下进行的<sup>[11]</sup>。叶片是植物的重要组成部分,叶片数量变化及其生长极易受环境因子的影响<sup>[12]</sup>,很多植物受干旱胁迫时,最敏感的过程就是叶片的生长<sup>[13,14]</sup>。本试验表明,当 SWC 为 75%左右时,最适柑橘叶片的生长。而随着 SWC 的增加或减少,柑橘叶片生长量均受到一定程度的影响。同时,柑橘梢长、茎长和距根部 10 cm 茎直径在 SWC75 处理时都达最大值,与各 SWC 处理间的差异极显著。随着 SWC 的增多或减少,柑橘梢长、茎长和距根部 10 cm 茎直径都有不同程度的下降,茎长和距根部 10 cm 茎直径的最小值出现在 SWC30 处理上。

土壤水分对矿质营养元素含量的影响在不同树种间存在较大差异。马文涛等<sup>[6]</sup>研究实生柑橘叶中影响元素含量表明,干旱胁迫减少了红橘、甜橙和柚实生苗叶片 N, P, K, Ca, Mg, Fe 等的含量。李金玲等<sup>[7]</sup>研究表明,干旱胁迫减少了杨梅叶片中 N, K, Mg 元素含量,但增加 Ca, Fe 元素含量。本研究表明,叶中氮含量在 SWC60 处理时达最大值,叶磷含量与 SWC 呈显著相关( $Y=0.000\ 02\ X^2-0.000\ 7X+0.162\ 5$ ;  $R^2=0.944\ 3^*$ )。叶片营养元素含量与根系营养元素含量差异很大,尤以磷、钾含量差异极为悬殊。

参考文献:

[1] 刘昆玉,张秋明,郑玉生,等.温州蜜柑节水栽培研究[J].湖南农学院学报,1995 21(3):245—248.

$R^2=0.952\ 9^{**}$ ),而且各 SWC 处理间无显著差异。说明在 SWC 处理下,钾不是柑橘叶片中细胞渗透调节物质,对构成细胞组织结构成分的影响不大。

[2] 侯小改,段春燕,刘素云,等.不同土壤水分条件下牡丹的生理特性研究[J].华北农学报,2007,22(3):80—83.

[3] 高志红,陈晓远,刘晓英,等.土壤水分胁迫对冬小麦生长的后效影响[J].华北农学报,2007,22(3):48—53.

[4] 单长卷,刘遵春.土壤水分对嘎拉苹果幼苗水分生理特性和生长特征的影响[J].西北林学院学报,2006,21(2):42—44.

[5] 李文华,吴万兴,张忠良,等.土壤水分对仁用杏水分和生长特征的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,31(4):139—144.

[6] 马文涛,樊卫国.干旱胁迫对实生红橘、甜橙和柚叶中营养元素含量的影响[J].西南农业学报,2007,20(4):630—634.

[7] 李金玲,樊卫国.土壤干旱胁迫对杨梅生长及部分生理特性的影响[J].山地农业生物学报,2006,25(5):424—428.

[8] 刘建福,倪书邦,贺 熙.水分胁迫对澳洲坚果叶片矿质元素含量的影响[J].热带农业科技,2004,27,(1):1—3.

[9] 姚贤良.华中丘陵红壤的水分问题 IV.橘园红壤的水分状况[J].土壤学报,1998,35(2):200—217.

[10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000:308—315.

[11] 田景瑜,刘桂兰,毕巧玲,等.泡桐生长与土壤水分关系研究[J].河南林业科技,2001,21(4):33—34.

[12] Jones M. Modular demography and form in silver birch [M]//White J. Studied on plant demography. A festschrift for John L. Harper. London: Academic press, 1985: 223—237.

[13] 王 淼,李秋荣,郝占庆,等.土壤水分变化对长白山主要树种蒙古栎幼树生长的影响[J].应用生态学报,2004,15(10):1765—1770.

[14] 王 淼,代力民,姬兰柱.土壤水分状况对长白山阔叶红松林主要树种叶片生理生态特性的影响[J].生态学杂志,2002,21(1):1—5.