

# 山西吉县梨、李子土壤水分动态变化及其耗水研究

李 洁, 郭小平, 朱金兆, 金雁海

(北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

**摘 要:** 以山西省吉县梨、李子为研究对象, 通过对两种果树 0~100 cm 各层水分状况进行量测, 分析了土壤水分时空变化规律及降水量对土壤水分状况的影响, 揭示了两种果树的耗水动态。结果表明: 两种果树土壤水分在生长季内变化规律基本一致, 土壤表层由于受降雨影响变率比较大。在雨季, 60 cm 以下土层含水量一般小于表层且受降雨影响较小; 梨树土壤含水量与降雨量相关性较好, 其相关系数为 0.62, 而李子由于本身土壤含水量较高, 与降雨量相关系数为 0.40, 受降雨影响小于梨树; 同时, 梨树耗水量大于李子, 梨树在 4、5、6 月份处于水分亏缺期, 需要适时进行浇灌。

**关键词:** 梨; 李子; 土壤水分; 动态变化

中图分类号: S152.7; S661.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0132-03

## Study on Annual Dynamics of Soil Water Content and Water Consumption of Pear and Plum in Jixian, Shanxi Province

LI Jie, GUO Xiao-ping, ZHU Jin-zhao, JIN Yan-hai

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Studying on the pear and plum in Jixian, Shanxi Province, by measuring soil water content in depth 0~100 cm of pear and plum, the soil moisture dynamics and the influence of precipitation to soil moisture and the water consumption dynamics of two fruit trees were analyzed. The result indicated that soil moisture of two fruit trees varies approximately to the same trend in the growth period and the variation of surface layer is relatively higher by the influence of precipitation. In the rainy season, the soil water content of layers under 60 cm is lower than that the surface layers and is little influenced by precipitation; the relationship between soil water content of pear and precipitation is well and the correlation coefficient is 0.62, yet the correlation coefficient of soil water content of plum and precipitation is 0.40 for its soil water content is a little higher than pear's with the result of little being influenced by precipitation; at the same time, the water consumption of pear is higher than that of plum. The pear is in the stage of water scarcity in the month of 4, 5, 6 and should be irrigated timely.

**Key words:** pear; plum; soil water content; dynamics

土壤水分是土壤的重要性质之一, 是土壤物理学的重要内容。土壤水分是土壤-植物-大气连续体的一个关键因子, 是土壤系统养分循环和流动的载体。土壤水分的状况及其变化决定了作物对其吸收利用的强度和难易程度, 从而影响作物的生长发育以及产量<sup>[1]</sup>。对于果树而言, 果树消耗水量来自于土壤, 土壤水分状况直接制约着果树的生长、产量、果实品质等。果树土壤水分的研究对于山区水土资源的持续利用和生产的持续发展有重大的理论与实践意义。

### 1 基本情况

试验区位于山西省吉县蔡家川流域, 地理坐标东经 110°27'~117°07', 北纬 35°53'~36°21', 属暖温带大陆性气候, 冬季寒冷干燥, 夏季温度较高。多年平均降水量 575.9 mm, 无霜期平均 170 d 左右, 年平均气温 10℃, 光照时数平均 2 563.8 h, 大于 10℃的年平均积温为 3 357.9℃。地形多为典型黄土高原侵蚀地形, 海拔范围为 440~1 820.5 m; 土壤

类型为褐土, 可分 3 个亚类: 丘陵褐土、普通褐土和淋溶褐土。属于暖温带、半湿润地区, 半旱生落叶阔叶林地带。

### 2 研究方法

(1) 土壤水分的测定。土样采集从果树开始生长到果实成熟为止(4月~9月), 每月中旬、下旬在梨园、李子园各取一次土, 以土壤纵剖面深度划分成 0~20, 20~40, 40~60, 60~80, 80~100 cm 五个土壤层次, 每层 3 个土样做重复, 用铝盒取土后带回用烘干称重法进行测定。

(2) 降水量的测定。用试验区内布置的自记雨量计观测梨园、李子园内的降水。

(3) 果树耗水量的测定。果树耗水量的估算, 目前多借鉴作物需水量的研究方法确定。本文在实测土壤水分资料的基础上采用水量平衡法求算耗水量。果园水量平衡方程式可表示为:  $\Delta W = P + U - R - F - E_{tm}$ 。式中:  $\Delta W$ ——1 m 土层贮水变化量,  $P$  是降水量,  $U$  是地下水补给量,  $R$  是地表径

流量,  $F$  是深层渗漏量,  $E_m$  是蒸散量, 单位均为 mm。由于梨、李子地塬面平整, 地表径流量趋近于 0, 同时黄土土层深厚, 地下水埋深超过 60 m, 难以上移补给, 在有作物参与的情况下, 多雨年份降水入渗深度不超过 2 m<sup>[2]</sup>, 所以  $F$ 、 $U$ 、 $R$  可忽略不计, 某一时段内  $\Delta W$  可根据前后测得的土壤含水量、土壤容重和土层深度估算, 则上式可简化整理为  $E_m = P - \Delta W$ 。

### 3 结果与分析

#### 3.1 两种果树的土壤水分动态变化

梨树和李子的土壤水分从生长季开始由于春季干旱少雨呈下降趋势, 之后随着雨季降水补给, 土壤水分逐渐上升, 但两种果树的最高值及达到最高值的时间有所不同。

由图 1 可以看出, 李子的土壤水分整体高于梨树, 这是因为李子的立地位于坡面的下部, 土壤水分条件比较好, 前期土壤水分虽然一直下降但比较平缓, 而梨树则从初期的 13.53% 下降到 6 月 9 日的 8.95%, 变化幅度为 4.58%。进入雨季后, 梨树的土壤水分呈双峰曲线, 而李子呈单峰曲线, 这些差异的产生与两种果树的生长周期是密切相关的。李子的生长周期比较短, 在 6 月底果实成熟, 之前很少有雨水补给, 土壤水分持续下降, 而梨树在 6 月 9 日土壤水分最低时正是叶幕形成阶段, 需要消耗大量水分。李子进入 7 月后, 树木生长减缓水分消耗降低, 此时的雨水增加使土壤水分开始上升, 梨树在 7 月中旬果实膨大期耗水增加, 土壤水分出现一个低谷, 呈双峰形状。

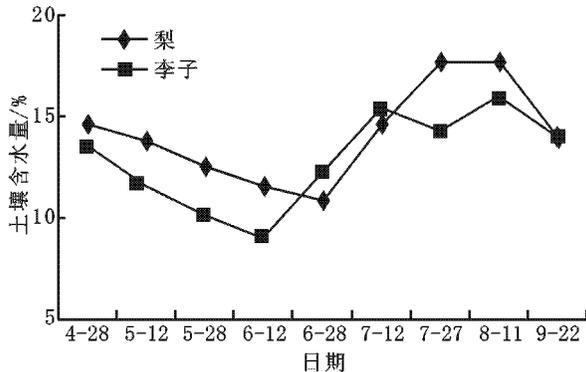


图 1 梨和李子栽种地点土壤含水量变化

#### 3.2 不同土层深度两种果树土壤水分动态变化

由图 2、3 可知, 两种果树不同层次土壤水分的年变化与其全土层的年变化 (图 1) 有较好的相似性, 两者 0~20 cm 表层土壤的含水量变化都是最为剧烈的, 20~40 cm、40~60 cm 次之, 60~80 cm、80~100 cm 变化最平缓, 张国胜<sup>[3]</sup> 等研究表明, 在一个降雨周期内, 土壤深层 (60 cm) 含水率维持相对稳定的状态, 一般在 25%~33%; 土壤浅层 (20 cm) 含水率一般在 15%~28% 之间波动。可见, 随深度增加, 土壤含水量年内变化趋于稳定, 受气象因素的影响逐渐减弱, 降水对表层土壤含水量的影响远远大于底层。雨季之前, 梨和李子各土层含水量 0~20 cm < 20~40 cm < 40~60 cm < 60~80 cm < 80~100 cm; 雨季后, 表层土壤水分每次降雨后便立刻上升, 此后随着土壤蒸发和果树蒸腾又迅速下降, 不同的是梨树表层土壤含水量始终大于底层, 而李子的则比较复杂。

总体上, 土壤上层水分含量比下层低且年内变化幅度大, 有人将这种土壤水分垂直分布划分为两层: 林木根系土壤水分微弱利用层和林木根系土壤水分利用层<sup>[4]</sup>。也有人划分为三层: 土壤水易变层、土壤水利用层和土壤水分调节

层<sup>[5]</sup>。上层土壤水分含量主要受降水、蒸发等气象因子影响, 与林木根系耗水关系不大, 同时土壤容重较小, 土壤孔隙多, 因而土壤干湿变化剧烈, 但对林木生长发育影响不大; 下层土壤水分含量主要受降雨入渗和林木根系耗水及地下水影响, 较为稳定, 有利于林木生长对水分需求。

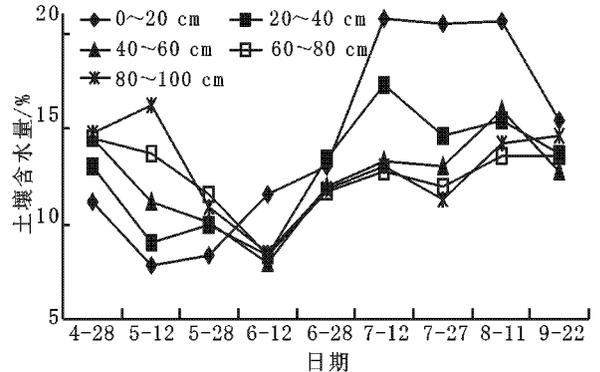


图 2 梨园不同层次土壤水分变化

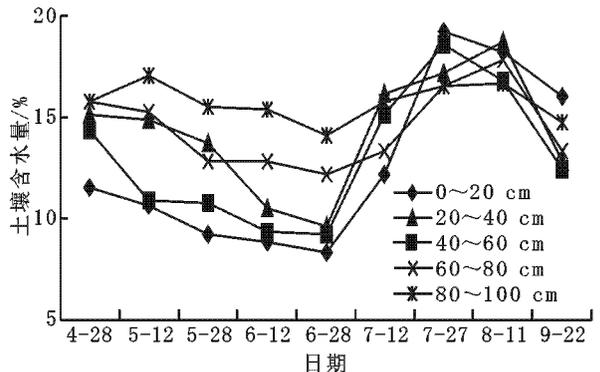


图 3 李子园不同层次土壤水分变化

#### 3.3 土壤水分和降水量的关系

前已述及, 土壤水分含量动态变化是多种因素综合作用的结果, 降水量是主要的影响因素之一, 而有必要分析土壤含水量与降水量这个气象因子的关系。

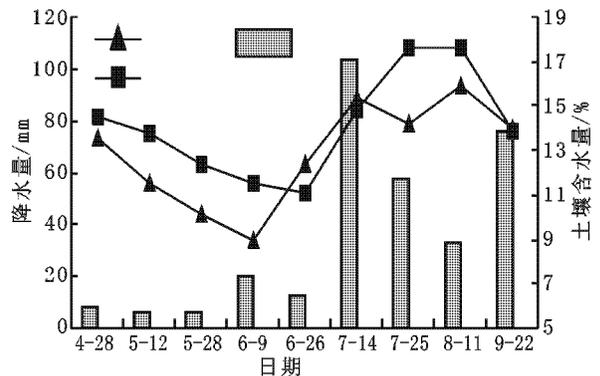


图 4 土壤含水量随降水量的变化

从总体上看 (图 4), 土壤含水量随着降水量的增加而增大, 由于存在滞后效应, 土壤含水量最大值出现在 8 月初, 晚于降水量的最大值。土壤水分动态变化趋势与降雨量动态变化趋势大体一致, 果树生长前期, 由于降水量比较少, 土壤含水量持续下降, 雨季来临, 土壤含水量会有一个明显的上升, 二者有一定的正相关关系, 这与大部分学者研究结果相同。经 SPSS11.0 分析, 梨树土壤含水量与降雨量相关关系较好, 其相关系数为 0.62, 而李子土壤含水量与降雨量相关关系较差, 相关系数为 0.40, 这主要是因为李子土壤本身含水量较高, 受降雨影响相对较小而造成的。

表 1 梨树、李子耗水量表

mm

时间段	4.28- 5.12	5.12- 5.28	5.28- 6.12	6.12- 6.26	6.26- 7.14	7.14- 7.27	7.27- 8.11	8.11- 9.22	总和
林下降水量	3.9	4.6	16.3	8.9	74.5	44.2	24	56.1	232.5
李子耗水量	4.78	6.17	17.46	9.72	70.05	40.59	23.95	60.5	233.22
梨树耗水量	6.89	6.62	18.31	5.55	75.95	46.86	23.21	60.66	244.05

3.4 两种果树生长季的耗水量

由于蒸发与蒸腾过程消耗的水分均直接来自于土壤,因此植物耗水量的大小与土壤水分状况关系密切。由表 1 可见,在生长季内对两种果树耗水进行比较表明,梨树耗水量大于李子,但二者并没有达到显著差异,梨树耗水只比李子多 10.82 mm。梨树、李子耗水 5 月份最低,到 7 月上旬达到最大,8 月中旬到 9 月底耗水量又有所增加,其中,7 月份梨树、李子耗水分别占耗水总量的 50.32%、50.87%,是耗水量最大的时期,而此时降水量也处于全年最大时期,土壤含水量高,为果树耗水提供了充足的水分,是果树生长的重要时期。

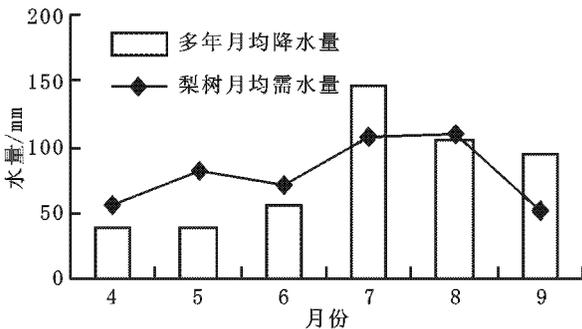


图 5 梨树多年平均降水量与需水量变化

从梨树多年平均降水量与需水量图(图 5)可以看出梨树 4, 5, 6 月处于缺水阶段,此时虽然正值果树生长期,但由于降水量很少,土壤含水量低,果树可消耗的水量有限,造成

参考文献:

[1] 李保国, 龚元石, 左强. 农田土壤水的动态模型及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 10- 13.  
 [2] 董大学, 邵明安, 李玉山. 渭北旱塬丰水年春玉米产量潜势及水肥效应研究[J]. 水土保持通报, 1993, 13(5): 17- 21.  
 [3] 张国胜, 徐维新. 青海省旱地土壤水分动态变化规律研究[J]. 干旱区研究, 1999, 16(2): 36- 40.  
 [4] 邹桂霞, 李铁军, 李晓华, 等. 辽西北缓坡地杨树土棘混交林地土壤水分变化规律研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(5): 55- 57.  
 [5] 牛云, 张宏斌, 刘贤德, 等. 祁连山主要植被下土壤水的时空动态变化特征[J]. 山地学报, 2002, 20(6): 723- 726.

水分供应不足;梨树 7、8、9 月处于水分充足阶段,土壤含水量增大,可提供的水分增加,这个阶段土壤表面的充分湿润造成土壤表面蒸发量急剧增加,两种果树耗水量明显升高,梨树、李子 7 月份耗水比 5、6 月耗水总和分别增加了 85.44 mm、72.51 mm,李子增加相对较少是因为其土壤含水量一直高于梨树,这也说明土壤含水量对于果树耗水存在很大的影响。8 月份中旬以后,梨树进入果实膨大期,耗水量又开始增大,而李子果实早已成熟,果树耗水的增大主要是因为土壤含水量增加引起的。

4 结 论

- (1) 梨树和李子土壤水分在生长季变化规律基本一致,雨季后土壤含水量明显增大,但由于李子位于坡面下部,土壤水分条件总体高于梨树,说明不同立地对土壤水分有一定的影响。
- (2) 两种果树不同层次土壤水分的年变化与其全土层的年变化有较好的相似性,土壤上层水分含量比下层低且年内变化幅度大。
- (3) 土壤含水量受降雨量影响比较大,其影响程度受本身土壤含水量的制约。梨树土壤含水量与降雨量相关系数为 0.62,而李子土壤含水量较高,受降雨量影响相对较小,其相关系数为 0.40。
- (4) 梨树耗水量大于李子,4, 5, 6 月处于缺水阶段,应在这个阶段对两种果树进行补灌,7 月份耗水虽然大于前三个月,但 7 月后水分充足,可以满足其生长需求。

(上接第 131 页)

[5] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 113- 120.  
 [6] 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局的特征分析[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 225- 233.  
 [7] Li X, Lu L, Cheng G, Xiao H. Quantifying landscape structure of the Heihe River Basin, North West China using FRAGSTATS[J]. Journal of Arid Environments, 2002, 48(4): 521- 535.  
 [8] 角媛梅, 马明国, 等. 黑河流域中游张掖绿洲景观格局研究[J]. 冰川冻土, 2003, 25(1): 94- 99.  
 [9] 邬建国. 景观生态学- 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 99- 105.  
 [10] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法[A]. 当代生态学博论[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 209- 234.  
 [11] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构影响的分析[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 337- 344.  
 [12] 常学礼, 张德干, 杨持. 科尔沁沙地农牧交错景观的分形结构特征[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1999, 30(4): 513- 517.  
 [13] 辛晓平, 徐斌, 单宝庆, 等. 恢复演替中草地斑块动态及其尺度转换分析[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 587- 593.  
 [14] Krummel J R, Gardner R H. Landscape patterns in a disturbed environment[J]. Oikos, 1987, 48(2): 321- 324.  
 [15] 贡璐, 师庆东, 等. 阿克苏绿洲景观格局特征分析[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2004, 21(1): 34- 37.  
 [16] 黄俊芳, 王让会, 等. 基于 RS 与 GIS 的三工河流域生态景观格局分析[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 34- 37.  
 [17] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 15- 19.