

樱桃水状态参数日变化特性的研究

李 玲¹, 刘开泉², 张继祥³

(1. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193; 2. 上海交通大学 生命科学技术学院, 上海 200240;

3. 山东农业大学 园艺科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:以3年生相同生境西洋樱桃品种“红灯”为试材,通过测定土壤含水量、茎流量、叶片水势、蒸腾速率等指标,研究同一樱桃在不同栽培条件下水状态参数的日变化。结果表明:土壤含水量无论在空间还是时间上,都是随深度和时间的推移而递减,茎流量呈现倒“U”字型曲线,叶片水势呈现“V”字型曲线,蒸腾速率在晴天呈现双峰曲线,土壤含水量、茎流量、叶片水势和蒸腾速率有明显的相关性。

关键词:樱桃;土壤含水量;茎流量;叶片水势;蒸腾速率

中图分类号:S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0023-04

樱桃属蔷薇科(Rosaceae)蔷薇亚科(Subfam Rosaceae)李属(*Prunus*)樱桃亚属(*Cerasus*)落叶乔木果树,具有较高的营养价值和药用价值。中国栽培樱桃的历史悠久,由于南北方气候的差异及樱桃自身生长要求,北方主要以欧美品种为主,南方地区以中国樱桃为主。樱桃对水分状况十分敏感,既不抗旱也不耐涝。土壤湿度过高时,常引起枝叶徒长,不利于结果;生长期水淹2 d,叶片强烈萎蔫,但不脱落,叶片萎蔫后不能恢复正常生长甚至会引起整株死亡。果园土壤湿度过低时,尤其是夏季干旱,供水不足时,新梢生长受到抑制,引起大量落果。因此研究水状态参数对樱桃果树的栽培具有现实意义^[1-7]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在山东省泰安市山东农业大学果树站内进行,地理位置为东经116°20′~117°59′,北纬35°38′~36°28′,属温带大陆性半湿润季风气候区。全市年平均气温为12.9℃,多年平均降水量为697 mm,因受季风气候影响,年际降水变幅较大,年最大降水量1 498 mm,年最小降水量199 mm,相差7.5倍。

1.2 试验材料

供试材料为2棵3年生的西洋樱桃“红灯”幼树的长梢中部功能大叶。

第一作者简介:李玲(1985-),女,博士,现主要从事进化基因组学等研究工作。E-mail:liling33802400@163.com.

责任作者:张继祥(1961-),男,博士,教授,现主要从事果树生态学等教学和科研工作。E-mail:zhangjx365@163.com.

收稿日期:2014-09-11

1.3 试验方法

1.3.1 土壤含水量上下午变化的测定 用TZS土壤水分测定仪在每天上下午,对同一位置不同深度的土壤含水量进行测定。

1.3.2 叶片水势日变化的测定 用Psyspro露点水势仪测定叶片水势日变化曲线,分别选7:00、8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00进行测定,并且对每棵樱桃树的叶片进行套袋处理(B)与不套袋处理(A),对每个时刻的每个处理分别选取3个叶片测定,最后求平均值。

1.3.3 茎流量的日变化测定 用FLGS-TDP茎流仪测定茎流量日变化曲线时,每天7:00之前把仪器安装上,每隔1 h用仪器对数据进行自动扫描。

2 结果与分析

2.1 土壤含水量的日变化规律

从图1可以看出,土壤含水量随着深度的改变而发生变化,地表的土壤含水量是最低的,原因是地表的水分在重力的作用下流入地下,并且由于地面受光照,气温等因素的影响以及土壤质地等因素的制约,致使地表的土壤含水量低于地下土壤的含水量;当土壤深度为60 cm时,土壤含水量达到最大值,并且随着土壤深度的增加,土壤含水量也变高。

从图2还可以看出,地表的土壤含水量随时间的改变而发生相应的变化,随着天数的增加,土壤含水量是逐渐降低的,并且降低的幅度能明显的看出来;分析认为,辐射、气温、风速等气象因子影响土面蒸发,进而导致土壤含水量降低;并且植物自身的生命活动也离不开水,土壤水分通过根系吸收被不断地运往植物体内,进行各种生态生理活动,以保证生命的延续。降雨也影响

土壤含水量,21 日的土壤含水量明显高于 28 日的土壤含水量,原因是 20 日大面积降雨所造成的。

综合分析可知,土壤含水量有 2 个方向上的分布,一个是空间上的分布,另一个是时间上的分布,在空间上随着土层深度的增加,土壤含水量是逐渐增加的;而随着时间的递增土壤含水量则是降低的^[8-11]。

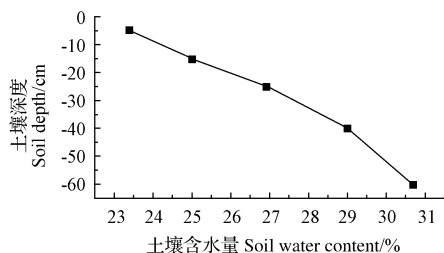


图 1 不同位置土壤含水量在垂直方向上的分布

Fig. 1 Vertical distribution curve of soil water content in different location

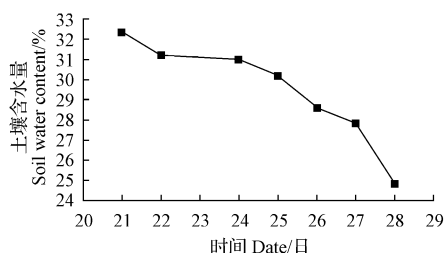


图 2 土壤含水量的日变化

Fig. 2 The diurnal variations of soil water content

2.2 茎流量的日变化规律

从图 3(晴天)和图 4(阴天)可以看出,阴天的茎流量明显小于晴天的,但它们都是一个单峰曲线,均呈现倒“U”字型。7:00—8:00 茎流量上升,8:00—9:00 茎流量有明显的回落现象,9:00 以后又呈现上升趋势,至 12:00 左右出现全天中的最高值,从 12:00 以后开始下降,一直持续到 19:00 测量结束。

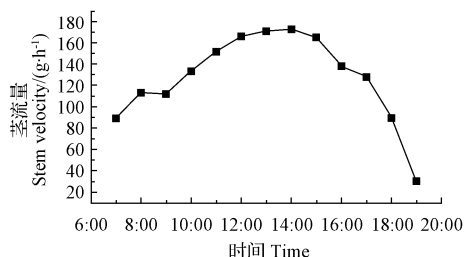


图 3 晴天樱桃茎流量的日变化规律

Fig. 3 The diurnal variations of stem velocity in sunny day

之所以会出现曲线动态变化是因为,早上一直到中午由于水分吸收不受阻碍,蒸腾拉力的存在使得水分移动,到 12:00 时由于光照强烈,叶片温度高,气孔关闭,致

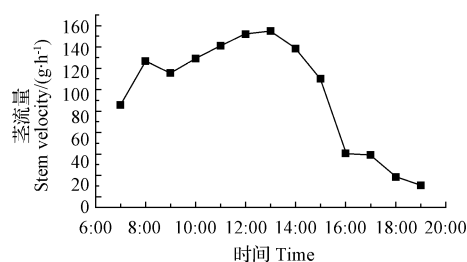


图 4 阴天樱桃茎流量的日变化规律

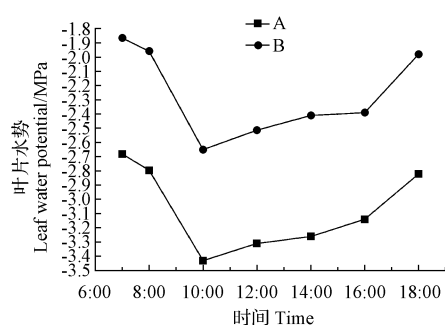
Fig. 4 The diurnal variations of stem velocity in cloudy sky

使径流量呈现下降趋势,傍晚时液流变缓,直到深夜缓慢的水流还会进入树干(但由于试验条件的限制未能测定深夜的茎流量)。由于太阳总辐射是导致树体液流速率变化的最初动力,大气相对湿度的波峰与茎流量的波峰呈相反的趋势,并且茎流量随温度的升高而升高,所以阴天的茎流量和晴天的茎流量有明显的不同。晴天的光照强度大、温度高、空气湿度较阴天的低,因此蒸腾作用大,蒸腾速率也相应的快,而阴天的光照强度小、太阳总辐射低、温度低、相对空气湿度大,而导致蒸腾作用较晴天的有所下降,蒸腾速率也跟着降低,所以晴天的茎流量会明显的高于阴天。

2.3 叶片水势的日变化规律

图 5(晴天)和图 6(阴天)分别是西洋樱桃中长枝上功能叶片的叶片水势日变化曲线,无论是套袋处理过的还是未套袋处理过的叶片水势均可看出,10:00 最低,早晨和傍晚较高,这种叶片水势的日变化主要是由于蒸腾作用消耗水分的速率和根系的水分供应能力之间的差异造成的,经过一夜的吸水,此时气温低、空气湿度大,因而叶片水势最大。在 7:00—10:00 左右,叶片水势随温度和光照强度的增大、空气湿度下降、蒸腾作用加快,叶片水势降低,到光强最大时,温度最高、空气湿度最低、蒸腾速率很大时,叶片水势降到全天中的最低值,由于根系吸水滞后于蒸腾失水,叶片气孔开张度减小或关闭产生“午睡”现象,叶片气孔开张度的减小或关闭使土壤-植物-大气连续系统中水分流动阻力增用大幅度下降,当太阳辐射减弱、气温下降、空气湿度提高时,叶片水势出现了缓慢的回升,一直持续到 16:00 左右,16:00 以后随着气温、光照强度的继续下降,蒸腾快速减少,叶片失水量快速减少,叶片水势又呈现快速的回升现象。因此经过套袋处理与未套袋处理的叶片水势的日变化曲线动态变化基本一致,都呈现“V”字型,是一个单峰曲线,在 10:00—16:00 左右变化较为平缓^[12-14]。

从图 5、6 还可以看出,经过套袋处理的叶片水势明显高于未经过套袋处理的叶片水势,分析原因可知道,叶片套袋以后,相当于和外界隔离,在这样的密闭环境下,叶片无法与外界进行气体交流,水分无法散失,致使



注:A为未经套袋处理的叶片水势,B为经过套袋处理的叶片水势。下同。

图5 晴天樱桃叶片水势的日变化规律曲线

Fig. 5 The diurnal variations of leaf water potential in sun day

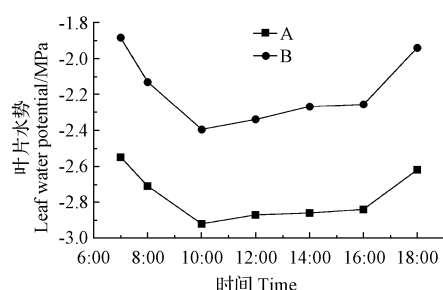


图6 阴天樱桃叶片水势的日变化规律曲线

Fig. 6 The diurnal variations of leaf water potential in cloudy sky

密闭环境中温度比外界温度高,空气湿度大于外界,叶片在袋中气体水分接近于饱和状态的缘故。晴天的叶片水势变化幅度高于阴天的,原因是晴天的光照强、温度高、蒸腾作用明显高于阴天的蒸腾作用,并且它们在全天中的变化幅度比较大,而阴天的光强低,空气湿度大,蒸腾作用小于晴天的蒸腾作用,并且它们在全天中的波动比较小,所以才会出现了上述情况。

2.4 蒸腾速率的日变化规律

从图7(晴天)和图8(阴天)可以看出,在晴天的情况下,蒸腾速率的日变化呈现双峰曲线,在阴天的情况下,蒸腾速率的日变化呈现明显的单峰曲线。

晴天的蒸腾速率日变化从7:00—11:00,随着太阳辐射增强,温度升高,空气湿度降低,气孔开度变大,蒸腾速率一直呈现上升趋势,在11:00左右,由于太阳辐射的进一步的增加和空气湿度的降低,蒸腾速率达到全天中的最高值,随后由于出现光合午休现象(主要是气孔关闭的原因造成的)蒸腾速率迅速下降,在13:00下降到最低点,随后蒸腾速率又缓慢的上升,在14:00蒸腾作用再次出现高峰,然后随着太阳辐射的继续减弱,一直处于下降状态。阴天的蒸腾速率日变化从7:00—8:00上升迅速,8:00—11:00左右蒸腾速率上升相对平缓,到

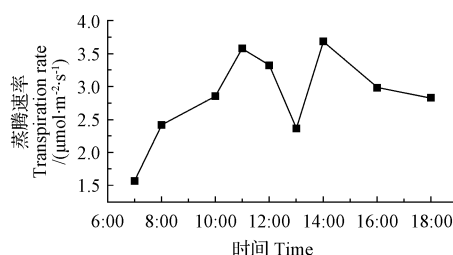


图7 晴天樱桃的蒸腾速率的日变化规律曲线

Fig. 7 The diurnal variations of transpiration rate in sunny day

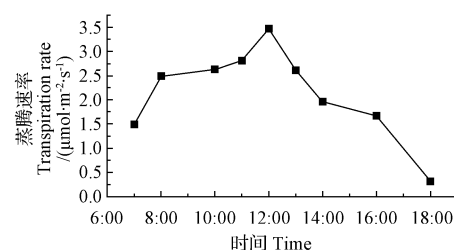


图8 阴天樱桃的蒸腾速率的日变化规律曲线

Fig. 8 The diurnal variations of transpiration rate in cloudy sky

12:00出现全天中蒸腾速率的最高峰值,然后由于气孔关闭的原因导致蒸腾速率迅速下降。

一般来说,大气湿度越低,植物的蒸腾速率也越高,但植物对大气湿度的反应,不是大气相对湿度,而是叶片-大气水气压差(VDP)亏缺。VDP不仅与大气湿度有关,还与大气温度和叶片温度有关。在早晨时,叶温与气温接近,有时叶温还稍微低于气温,加之外界湿度也较大,所以VDP很低,水分扩散动力很低,因此蒸腾速率慢。随着温度的升高,即便叶温与气温相等,VDP也随之增加,如果叶温高于气温,会进一步增大VDP。由于随着太阳辐射的增加,叶片吸收的光能有一部分转变为热量,使叶片温度逐渐升高,甚至高于气温好几度,这就使VDP不断增加,使蒸腾加快。在叶温高于气温时,即使大气相对湿度为100%,VDP也会大于零,蒸腾也能进行。大气越干燥,叶温越高,VDP就越大。因此全天中VDP从早上到中午是逐渐增加的,中午以后又随之下降,形成一个单峰曲线。如果仅从水分扩散动力这个角度来考虑,VDP越大,蒸腾速率也越大。所以大多数情况下,全天中蒸腾速率的变化规律与VDP的变化规律一致。但是,由于气孔也会对VDP做出响应,VDP过高时,气孔会通过前馈与反馈调节而使气孔关闭,使气孔阻力增加,所以在炎热的中午,蒸腾速率不但没有增加,反而下降,使蒸腾日变化曲线呈现双峰型。

3 结论

黎明前(用7:00来代替)叶片水势与10:00树体的蒸

腾速率、土壤含水量明显相关,而晴朗的天气下,10:00左右的气孔阻力、蒸腾强度对水分的亏缺反映明显,它们与叶片水势和土壤含水量明显相关,因此黎明前的叶片水势、10:00的气孔阻力和蒸腾强度及土壤含水量较好的反映了与树体水分亏缺相联系的生理过程,可作为评估树体水分状况适宜程度的指标。由于果树单株体积分大,树冠各部分的叶片水势,气孔阻力和蒸腾强度的大小不同,根据灌溉应满足树体水分竞争代谢“弱者”原则,樱桃水势的取样部位应为树冠上部枝条的下位叶,而气孔阻力和蒸腾强度则为树冠内膛无果短梢叶。

这些作为灌溉指标时要注意,不同的植物、同一植物不同生育期以及同一植物不同部位,生理指标会有很大差异,并且在用土壤含水量确定灌溉时期时要注意,虽然它有一定的参考价值,但灌溉的对象是植物而不是土壤,所以要使灌溉能符合作物生长及农业生产的需要,应以作物本身为依据,结合实际,因地制宜。

参考文献

- [1] 高照全,王小伟,魏钦平,等. 桃树不同部位调节贮水的能力[J]. 植物生理学通讯,2003(5):20-23.
- [2] 汤章城. 植物对水分胁迫的反应和适应性[J]. 植物生理学通讯,1983(3):21-29.
- [3] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-27.
- [4] 王万里. 植物对水分胁迫的响应[J]. 植物生理学通讯,1981(5):55-64.
- [5] 邹养军,李嘉瑞,魏钦平,等. 根系分区灌水对苹果水分状况及生长的影响[J]. 干旱地区农业研究,2005(2):20-24.
- [6] 杨新民,杨文治. 灌木林地的水分平衡研究[J]. 水土保持研究,1988,5(1):109-125.
- [7] 高杰,曹坤芳,王焕. 干热河谷9种造林树种旱季的水分关系和气孔导度[J]. 植物生态学报,2004,28(2):186-190.
- [8] Larcher W. 植物生理生态学[M]. 李博等,译. 北京:科学出版社,1982.
- [9] 福瑞德里赫. 果树生理[M]. 泰安:山东科学技术出版社泰安分社,1987.
- [10] 李德全,高辉远,孟庆伟. 植物生理学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [11] 吴礼树. 土壤肥科学[M]. 北京:中国农业出版社,2004.
- [12] 许大全. 气孔的不均匀关闭与光合作用的非气孔限制[J]. 植物生理学通讯,1995,31(4):246-252.
- [13] 关义新,戴俊英,林艳. 水分胁迫下植物叶片光合的气孔和非气孔限制[J]. 植物生理学通讯,1995,31(4):293-297.
- [14] 邹琦. 植物光合作用的气孔与非气孔限制[M]//作物抗旱生理生态研究. 山东科技出版社,1994:155-171.

Study on the Diurnal Variation of Water of *P. avium* L.

LI Ling¹, LIU Kai-quan², ZHANG Ji-xiang³

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. School of Life Science and Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240; 3. College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: Taking the same type of three-year-old *P. avium* L. cultivars cv. 'Hongdeng' as material, the soil water content, stem velocity, leaf water potential and transpiration rate in the same environment were measured, the diurnal variation of water of same plant under different cultivation condition was studied. The results showed that the soil water content decreased both in the spatial distribution and vertical distribution. The daily variation of stem velocity was kurtosis of U-inverse. The daily variation of leaf water potential was of V-type. The diurnal change curves of transpiration rate were of the midday-depression type in sunny day. Correlation analysis showed that soil water content, stem velocity and leaf water potential had a remarkable correlation with transpiration rate.

Keywords: cherry; soil water content; stem velocity; leaf water potential; transpiration rate