

张维敏,刘璐. 陕西关中猕猴桃树蒸腾特征分析[J]. 陕西气象,2020(3):41-44.

文章编号:1006-4354(2020)03-0041-04

陕西关中猕猴桃树蒸腾特征分析

张维敏,刘璐

(陕西省农业遥感与经济作物气象服务中心,西安 710014)

摘要:2015年3—10月,在陕西关中地区的猕猴桃种植代表县周至县九峰试验站,将热扩散式树干茎流计(TDP)用于连续测定3棵树龄10年的猕猴桃树的树干液流速率,并对果园内的气象要素指标进行同步测定。运用统计学方法,分析猕猴桃树蒸腾速率和日蒸腾耗水量的变化特征,以及各气象因子与日蒸腾量的关系并建立回归模型。整体和四种情况条件下,蒸腾速率日变化曲线特征基本一致,从08:00左右开始快速上升,10:00—14:00达到峰值。日照百分率 $\geq 60\%$ 时,猕猴桃蒸腾速率最高,且最早达到峰值。影响猕猴桃蒸腾耗水量的主要气象因子为空气温度、太阳净辐射和日照百分率,三种气象因子与蒸腾耗水量表现出极显著的正相关关系。

关键词:蒸腾速率;热扩散探针法(TDP);气象因子

中图分类号:S161

文献标识码:A

截止2017年,陕西猕猴桃种植面积达103万亩,产量达131.25万t,产值达100多亿元^[1-2],猕猴桃产业已经成为秦巴山区和秦岭北麓农民脱贫致富的主导产业。陕西关中地区作为优生区和集中栽培区,猕猴桃种植面积已达全省种植面积的70%,且种植规模仍在进一步扩展。猕猴桃是喜阴喜湿树种,对水分的亏缺与涝渍尤为敏感。最适宜猕猴桃种植区的降雨量要达到800~1200mm,而陕西关中地区的降雨量不能满足这一要求,必须对猕猴桃进行灌溉才能保证其正常生长发育。目前,由于缺乏对猕猴桃耗水量、灌溉制度等方面的技术支撑和科学依据,灌水利用率较低。通过分析该区域猕猴桃蒸腾耗水规律以及蒸腾与气象因子的关系,为制定合理的灌溉措施、提高猕猴桃树的水分利用效率提供科学支撑,对当地猕猴桃产业的发展及水资源的科学利用具有重要意义。

作物的蒸发蒸腾量是农业的最主要耗水部分,90%以上的植物茎干液流通过叶片蒸腾散失

到大气中,随着水分运移过程产生的树干液流是表征植物体内水分动态变化及其生理功能的关键指标。计算作物蒸发蒸腾量的方法很多,主要包括:空气动力学方法、能量平衡法、涡流相关法、红外遥感法、气孔针法和茎流法^[3]。树木的液流速率和蒸腾速率有着很好的相关性,能较好地预测树木的蒸腾耗水量,因此可通过测定液流速率测算出植物的蒸腾耗水量^[4-5]。目前,针对茎干液流不同时间尺度变化特征、蒸腾与环境因子的关系方面的研究较多,主要集中在刺槐、油松等高大林木以及苹果、红枣、柑橘、枇杷等果树方面^[6-12]。猕猴桃蒸腾量相关研究主要是利用便携式光合测定系统测定蒸腾速率后进行分析,或利用水量平衡法进行计算^[13-15]。本研究主要采用热扩散液流探针法(TDP)观测猕猴桃树树干茎流变化特征,从而分析猕猴桃蒸腾速率变化特征及气象因子对蒸腾耗水量的影响,以为猕猴桃科学管理、经济灌溉、实现灌溉效率最大化提供科学依据,促进猕猴桃产业可持续稳定发展。

收稿日期:2019-12-18

作者简介:张维敏(1985—),女,硕士,汉族,陕西大荔人,工程师,主要从事农业气象服务与研究工作。

基金项目:陕西省气象局青年科研基金项目“陕西关中猕猴桃蒸腾耗水规律及其对环境因子的响应研究”(2017Y-19);陕西省气象局重点科研项目“陕西苹果种植区干旱机制研究及应用”(2016Z-2)

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究区周至县位于陕西关中西部,属暖温带大陆性季风气候。近38年(1981—2018年)多年平均降水量635.6 mm,最大年降水量1 087.5 mm(1983年),最小年降雨量298.7 mm(1995年),降水年内分布不均,主要降水集中在5—10月。年平均日照时数为1 562 h,年平均气温14.0℃,最高气温38.8℃,最低气温-8.7℃,平均相对湿度70%。土壤类型主要为黄土、褐土、山地草甸土等。试验在周至县境内的九峰试验站进行。猕猴桃品种为美味系海沃德,树龄10年,棚架结构为T型架,株行距为1 m×2 m。试验观测时间为2015年3—10月。

1.2 研究数据和方法

1.2.1 猕猴桃树蒸腾量的测定 本研究采用热扩散液流探针法(TDP)测定猕猴桃树的蒸腾量。在试验果园中心区域选择3棵长势良好的果树,平均树高2 m左右,树干直径8 cm左右。树干通直圆满,测定部位上下30 cm处无结疤或损伤。每棵树上安装两个TDP探头,用泡沫块将探针夹住,用胶带固定后外面包裹绝缘、防辐射材料,最后用胶带密封,防止雨水进入。每10 min获取一次数据并记录,边材液流通量(蒸腾速率)可由以下公式^[16]计算。

$$F_s = A_s \times 0.0119 \left(\frac{\Delta T_{\max} - \Delta T}{\Delta T} \right) 1.231 \times 3.6, \quad (1)$$

$$T_r = 24 \times \overline{F_s}. \quad (2)$$

公式(1)中: F_s 为边材液流通量(L/h); A_s 为边材面积(cm^2); ΔT_{\max} 为无液流时加热探针与参考探针的最大温差(℃); ΔT 为瞬时温差(℃)。

公式(2)中 T_r 为猕猴桃的日蒸腾量, $\overline{F_s}$ 为24 h边材液流通量均值(L/h)。

1.2.2 气象数据的获取 研究所用气象数据有两类:一类是周至县气象站数据,气象要素包括日平均气温、日最高(最低)气温、相对湿度、降水量、日照百分率等,来源于陕西省气象信息中心;另一类是小气候观测数据,由位于猕猴桃果园内的3要素自动气象站连续监测获取,观测要素包括气

温(T_a ,℃)、空气相对湿度(H ,%)、太阳净辐射(R , W/m^2),每10 min采集一次数据。

依据日照百分率 $S \geq 60\%$ 、 $20\% < S < 60\%$ 、 $S \leq 20\%$ 以及日降雨量数据,共分4种情况对猕猴桃蒸腾速率进行对比分析。

1.2.3 数据处理 运用SPSS10.0统计软件和EXCEL2007对试验数据进行统计分析及作图。

2 结果与分析

2.1 蒸腾速率日变化特征

对猕猴桃主要生长季(4—8月)蒸腾速率日变化特征进行分析,结果表明,猕猴桃蒸腾速率日变化曲线整体上呈宽“几”字形的单峰形态,昼夜变化明显,昼高夜低。蒸腾速率在00:00最低,为0.036 L/h,从08:00左右开始快速上升,14:00左右达到峰值0.252 L/h。四种情况下,猕猴桃蒸腾速率日变化曲线也均呈宽“几”字形的单峰形态,蒸腾速率从08:00左右开始快速上升,在10:00—14:00之间依次达到峰值。不同情况下,蒸腾速率达到峰值的时间不同,其中 $S \geq 60\%$ 时,达到峰值时间最早,在10:00达到峰值;其次是 $20\% < S < 60\%$ 条件下,达到峰值时间为12:00; $S \leq 20\%$ 时在13:00达到峰值;雨天达到峰值最晚,在14:00达到峰值。 $S \geq 60\%$ 时,蒸腾速率峰值最高,为0.431 L/h, $20\% < S < 60\%$ 条件下蒸腾速率为0.355 L/h, $S \leq 20\%$ 时为0.349 L/h,雨天最低为0.251 L/h。蒸腾速率日最高和最低的差值, $S \geq 60\%$ 时最大为0.326 L/h, $20\% < S < 60\%$ 时为0.287 L/h, $S \leq 20\%$ 时为0.244 L/h,雨天为0.216 L/h。不同条件下,猕猴桃树蒸腾速率存在差异,从07:00开始到20:00, $S \geq 60\%$ 条件下蒸腾速率高于其他三种条件下的蒸腾速率, $20\% < S < 60\%$ 和 $S \leq 20\%$ 次之,雨天蒸腾速率最低; $20\% < S < 60\%$ 和 $S \leq 20\%$ 两种天气条件下蒸腾速率差别较小(图1)。

2.2 主要生育期日蒸腾耗水量变化特征

根据猕猴桃蒸腾速率计算出日蒸腾耗水量,结果显示,在猕猴桃主要生长季内,日蒸腾量变化曲线整体出现三次峰值,分别是5月上旬、7月上中旬、8月下旬。5月上旬是猕猴桃枝条叶片生长最快的时候,也是开花关键期,需水量相对较大;

7月上中旬是猕猴桃果实快速生长期,8月下旬果实进入缓慢生长期,这三个时段也是猕猴桃需水关键期,其中7月上中旬是猕猴桃蒸腾耗水量最多的时段,其次为5月上旬、8月下旬(图2)。

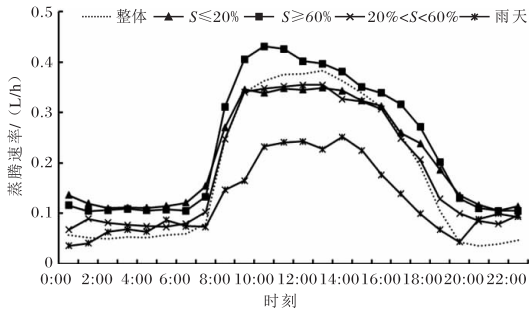


图1 不同情况下猕猴桃树蒸腾速率日变化规律

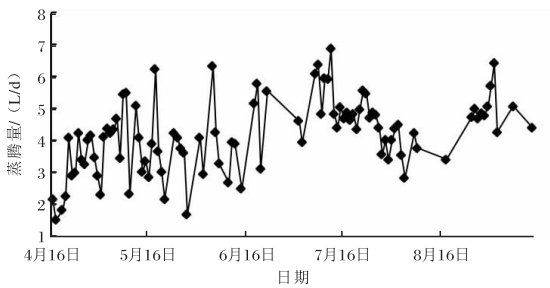


图2 猕猴桃日蒸腾耗水量分布

2.3 气象因子对日蒸腾耗水量的影响分析

将猕猴桃日蒸腾耗水量与气象站、果园内小气候观测站日平均气温、日最高(最低)气温、相对湿度、辐射等气象要素进行 Pearson 相关分析。结果表明,猕猴桃日蒸腾耗水量与气象站和果园内小气候站的日平均气温、日最高(最低)气温呈正相关关系,通过 0.01 水平的显著性检验;与小气候站辐射量呈正相关关系,通过 0.01 水平的显著性检验;与日照百分率呈正相关关系,也通过 0.01 水平的显著性检验。日蒸腾耗水量与气象站的相对湿度和果园小气候站的相对湿度呈负相关关系,通过 0.05 水平的显著性检验;与气象站降雨量呈负相关关系,通过 0.01 水平的显著性检验。日蒸腾耗水量与果园内小气候站气温要素的相关系数高于气象站的相关系数(表 1)。利用多元线性逐步回归分析方法,建立日蒸腾耗水量与气象站气象因子的综合关系模型(表 2)。回归方程达显著水平,通过 0.001 水平的显著性检验,能够较好地反映猕猴桃树日蒸腾耗水量与各气象因子的关系。从入选回归方程的气象因子可看出,温度是影响蒸腾耗水量的主要因素。

表 1 猕猴桃日蒸腾耗水量与各气象因子的相关性分析($n=95$)

T_r	日平均气温	日最高气温	日最低气温	相对湿度	降水量	日照百分率	辐射量
T_r (气象站)	0.572**	0.690**	0.362**	-0.236*	-0.232*	0.549**	—
T_r (果园小气候站)	0.609**	0.741**	0.341**	-0.219*	—	—	0.517**

注:**表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关;*表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

表 2 猕猴桃日蒸腾耗水量与气象因子的逐步回归模型

站点	回归方程	显著水平
气象站	$Y=0.162T+0.023S-0.027H-2.343$	0.000

注: T 为日平均气温($^{\circ}\text{C}$), S 为日照百分率(%), H 为相对湿度(%).

3 结论

(1)猕猴桃树蒸腾速率日变化呈宽“几”字型单峰曲线分布,昼高夜低,从 08:00 左右开始快速上升。4 种情况下, $S \geq 60\%$ 时蒸腾速率最早达到峰值且峰值最高,其次为 $20\% < S < 60\%$ 和 $S \leq 20\%$,雨天达到峰值时间最晚且峰值最低。07:00—20:00, $S \geq 60\%$ 情况下蒸腾速率高于其

他三种情况下的蒸腾速率。

(2)猕猴桃日蒸腾耗水量分析显示,7月上中旬是猕猴桃蒸腾耗水量最多的时段,其次为5月上旬、8月下旬。

(3)猕猴桃日蒸腾耗水量与气象站和果园内小气候站的日平均气温、日最高气温、日最低气温等气温要素,日照百分率,辐射量存在显著的正相

关性,与相对湿度、降水量存在负相关关系。日蒸腾耗水量与气温要素相关系数高于其他要素,说明温度是影响猕猴桃蒸腾耗水量的主要气象因素。

参考文献:

- [1] 王奕. 陕西猕猴桃产区调研与思考[J]. 西北园艺, 2018(2):51-54.
- [2] 段眉会,黄林,马宏波,等. 陕西猕猴桃产业发展中若干问题的探讨[J]. 山西果树,2017(6):14-15.
- [3] 牛丽丽,张学培,曹奇光. 作物蒸腾耗水研究[J]. 水土保持研究,2007,14(2):158-163.
- [4] 郑怀舟,朱锦懋,魏霞,等. 5种热动力学方法在树干液流研究中的应用评述[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),2007,23(4):119-123.
- [5] 刘鑫. 热扩散式茎流计在测定植物蒸腾耗水中的应用[J]. 山西林业科技,2009,38(4):30-33.
- [6] 吴芳,陈云明,于占辉. 黄土高原半干旱区刺槐生长盛期树干液流动态[J]. 植物生态学报,2010,34(4):469-476.
- [7] 王华田,马履一. 利用热扩散式边材液流探针(TDP)测定树木整株蒸腾耗水量的研究[J]. 植物生态学报,2002,26(6):661-667.
- [8] 续海红,郭向红,仇群伊. 不同天气条件下苹果树液流日变化规律研究[J]. 中国农学通报,2015,31(22):120-124.
- [9] 孟秦倩,王健,张青峰,等. 黄土山地苹果树树体不同方位液流速率分析[J]. 生态学报,2013,33(11):3556-3561.
- [10] 冯志文,姜远茂,田玉政,等. 气象因子对红富士苹果树干茎流特性的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2013,44(1):18-24.
- [11] 李宏,刘帮,孙明森,等. 干旱区枣树茎流速率变化特征及其气象因素的关系[J]. 河南农业科学,2016,45(2):98-103.
- [12] 严东英,董晓华,李璐,等. 柑橘树与枇杷树蒸腾规律比较研究[J]. 节水灌溉,2019(8):5-9.
- [13] 向小奇,陈军,陈功锡,等. 猕猴桃夏季叶温、蒸腾及光合作用[J]. 果树科学,1998,15(4):368-369.
- [14] 符军,王军,高建社,等. 几个猕猴桃品种净光合速率和蒸腾速率与环境因素的关系[J]. 西北植物学报,1998,18(1):90-96.
- [15] 莫凌,韦兰英,张中峰,等. 桂北中华猕猴桃光合蒸腾特性及其影响因子研究[J]. 西南农业学报,2008,21(4):968-971.
- [16] 张静,王力. 黄土塬区苹果园蒸散与环境因素的关系[J]. 林业科学,2018,54(3):29-37.