

张维敏,刘璐,张勇. 陕西关中两种栽培模式下苹果树干液流特征[J]. 陕西气象,2021(3):36-40.

文章编号:1006-4354(2021)03-0036-05

陕西关中两种栽培模式下苹果树干液流特征

张维敏,刘璐,张勇

(陕西省农业遥感与经济作物气象服务中心,西安 710014)

摘要:2017年3月至2018年12月,在陕西关中西部地区的富士苹果种植代表县宝鸡市凤翔县苹果园,采用热扩散式树干茎流计,分别对在乔化、矮砧两种栽培模式下3棵树龄在10~20 a的富士系苹果树的树干液流速率进行连续测定。运用统计学方法,分析比较两种栽培模式下苹果树蒸腾速率和日蒸腾耗水量的变化特征。结果显示:晴天、多云、阴天、雨天条件下,矮砧、乔化苹果树蒸腾速率日变化曲线分布特征基本一致,均呈“几”字形的单峰曲线;矮砧苹果树曲线峰值出现时间较乔化苹果树偏早1~2 h,两者之间的差异在晴天最大;生长始期、生长盛期,矮砧苹果树不同天气条件下蒸腾速率均大于乔化苹果树,且日耗水量也较乔化苹果树多。

关键词:蒸腾速率;热扩散液流探针法(TDP);气象因子;矮砧;乔化

中图分类号:S661.1

文献标识码:A

苹果产业是陕西的特色优势产业。陕西气候条件优越,是世界公认的苹果最适宜生产区,是世界苹果最大产区之一,特别是渭北黄土高原,具有符合优质苹果生产的区位优势。陕西苹果种植面积73万 hm^2 、产量1200万t,均居全国第一,分别占全国的近1/3和1/4^[1]。苹果喜冷凉气候、喜光,一般要求年降水量在500~800 mm,生长期要求降水量在500 mm左右。陕西苹果主要种植区多年平均降水量650 mm左右,基本满足苹果生长所需,但降水量时空分布不均,苹果关键生育期易出现阶段性干旱。干旱是陕西苹果主产区最主要的气象灾害之一,对苹果开花、坐果、果实膨大及花芽分化等都会产生不利影响^[2]。特别是近年来,随着气候变化对苹果产业的影响以及苹果产业投入产出增加,苹果园水分供需矛盾更加突出。因此,研究苹果树耗水特征,揭示苹果园果树与土壤水分的平衡规律,有利于制定合理的灌溉制度,提高果园水分利用效率,对促进苹果产业可持续健康发展具有重要的意义。

树干液流是植物体内由于叶片的蒸腾作用引

起水分损失,使水分通过木质部从根部运输到叶片的过程,是表征植物体内水分动态变化及其生理功能的关键指标^[3-4],可以通过观测液流速率计算出植物的蒸腾耗水量^[5-6]。热扩散式探针技术利用能量守恒和电热转换原理,测定树干单位边材面积液流速率^[7],该技术具有损伤小、易操作、精准度高,可连续监测、自动采集数据等优点。目前,关于苹果液流特征及其影响因子的研究较多,李青华^[8]对红富士苹果树干液流特征及其与空气温度、太阳辐射等环境因子的关系,苹果树需水规律、耗水量等进行了研究;周珊珊等^[9]对渭北高原矮化红富士苹果树干液流动态、蒸腾规律进行了研究。但是针对乔化、矮砧两种不同种植模式下,红富士苹果树干液流特征比较方面尚未开展相关研究。本研究主要采用热扩散液流探针法(TDP)观测苹果树干液流变化,从而分析乔化、矮砧两种模式下红富士苹果树蒸腾速率变化特征、差异,以为苹果园水资源优化管理,提高果园灌溉效率提供科学依据。

收稿日期:2021-01-20

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

基金项目:陕西省气象局重点科研项目(2016Z-2)资助

1 研究区域概况

研究区凤翔县位于陕西关中西部,属暖温带大陆性季风气候。近 39 a(1981—2019 年)多年平均降水量 609.1 mm,最大年降水量 943.1 mm(2011 年),最小年降水量 258.9 mm(1997 年),降水年内分布不均,主要集中在 7—9 月。年平均气温 10.6~13.5 °C,年日照时数 1 612~2 164 h,年平均风速 1.6~2.3 m/s,年平均相对湿度 60%~80%。土壤类型主要为黄绵土、褐土、潮土等。

2 研究数据和方法

2.1 苹果树蒸腾量的测定

试验于 2017 年 3 月至 2018 年 12 月在凤翔县范家寨镇进行。苹果品种为富士,栽培方式为乔化、矮砧两种,树龄 10~20 a,乔化苹果株行距 3.5 m×2.5 m,矮砧株行距 3.5 m×1.2 m。采用热扩散液流探针法(TDP)测定苹果树的蒸腾量。分别在试验苹果园中的矮砧、乔化种植区选择 3 棵长势良好具有代表性的果树,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,边材液流通量可由以下公式计算^[10]。

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

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

式中: F_s 为液流速率(L·h⁻¹); A_s 为边材面积(cm²); ΔT_{\max} 为无液流时加热探针与参考探针的最大温差(°C); ΔT 为瞬时温差(°C)。 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

本研究所用气象数据为 2017 年 3 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日凤翔县气象站数据,气象要素包括日降水量、日照时数,来源于陕西省气象信息中心。在研究矮砧、乔化两种模式下苹果树液流特征时,分晴天、多云、阴天、雨天四种天气类型^[11]进行对比分析。根据 2017—2018 年试验果园苹果物候期观测,苹果 3 月上旬进入萌芽期,4 月上旬进入

开花期,下旬进入幼果期,9 月上旬进入果实成熟期,11 月上旬进入落叶期。将苹果生长发育期分为生长始期(3—4 月)、生长盛期(5—10 月)、休眠期(11—翌年 2 月)。本研究主要对生长始期、生长盛期苹果树液流特征进行对比分析。

2.3 数据处理

对苹果树液流速率数据、凤翔气象站数据均运用 SPSS10.0 统计软件和 EXCEL2007 进行统计分析并作图。

3 结果与分析

3.1 两种栽培模式不同天气条件下苹果树蒸腾速率日变化特征

矮砧、乔化栽培模式下,苹果树蒸腾速率在晴天、多云、阴天、雨天四种天气条件下日变化曲线呈“几”字形的单峰曲线。两种栽培模式下蒸腾速率峰值出现时间不同:晴天、多云、阴天,矮砧苹果树峰值分别出现在 10:00—11:00,乔化苹果树则出现在 11:00—13:00,乔化苹果树蒸腾速率峰值出现时间较矮砧苹果树滞后 1~2 h;雨天乔化、矮砧苹果树峰值均出现在 13:00。晴天两种栽培方式的苹果树蒸腾速率峰值出现时间最早,多云、阴天次之,雨天出现最晚。四种天气条件下,矮砧苹果树蒸腾速率均高于乔化,不同天气条件下两者最大差值不同,其中晴天最大为 5.8 L·h⁻¹;多云、阴天次之,差值分别为 3.3 L·h⁻¹、2.3 L·h⁻¹;雨天最小为 1.7 L·h⁻¹(图 1)。

3.2 两种栽培模式不同生长阶段苹果树蒸腾速率日变化特征

矮砧苹果树晴天时,00:00—07:00 生长盛期蒸腾速率小于生长始期,08:00—22:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期;阴天时,01:00—07:00、19:00—23:00 生长盛期蒸腾速率小于生长始期,08:00—18:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期;多云时,00:00—07:00 生长盛期蒸腾速率小于生长始期,08:00—21:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期。晴天、阴天、多云,矮砧苹果树生长始期蒸腾速率分别在 09:00、10:00、11:00 达到峰值,而生长盛期则分别在 09:00、11:00、11:00 达到峰值,盛期和始期蒸腾速率差值分别在 18:00、11:00、17:00 最大(图 2a、2c、2e)。因雨天的观测

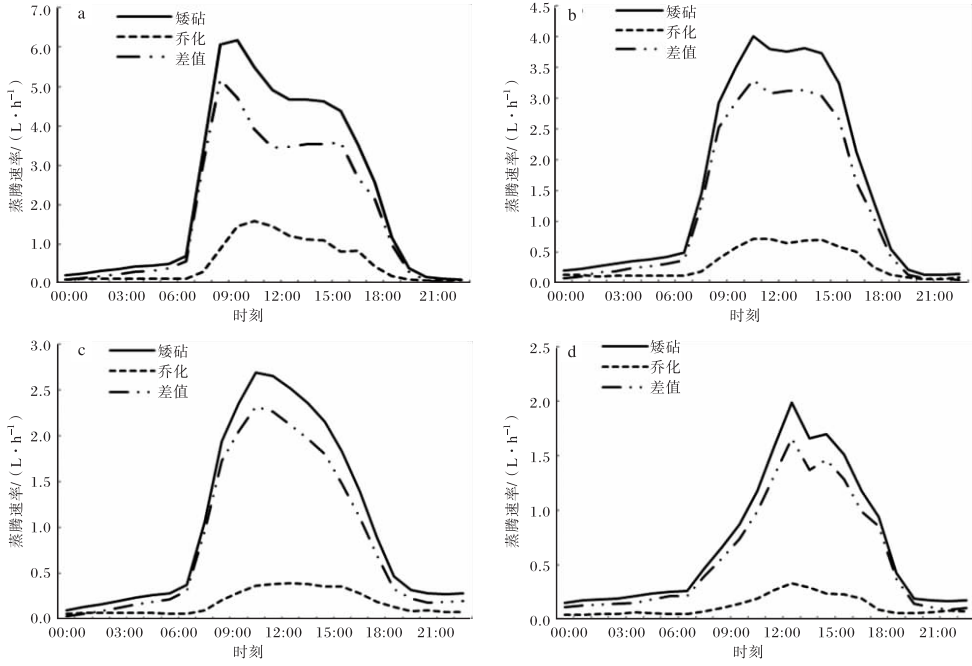


图1 不同栽培模式下晴天(a)、多云(b)、阴天(c)、雨天(d)苹果树蒸腾速率日变化

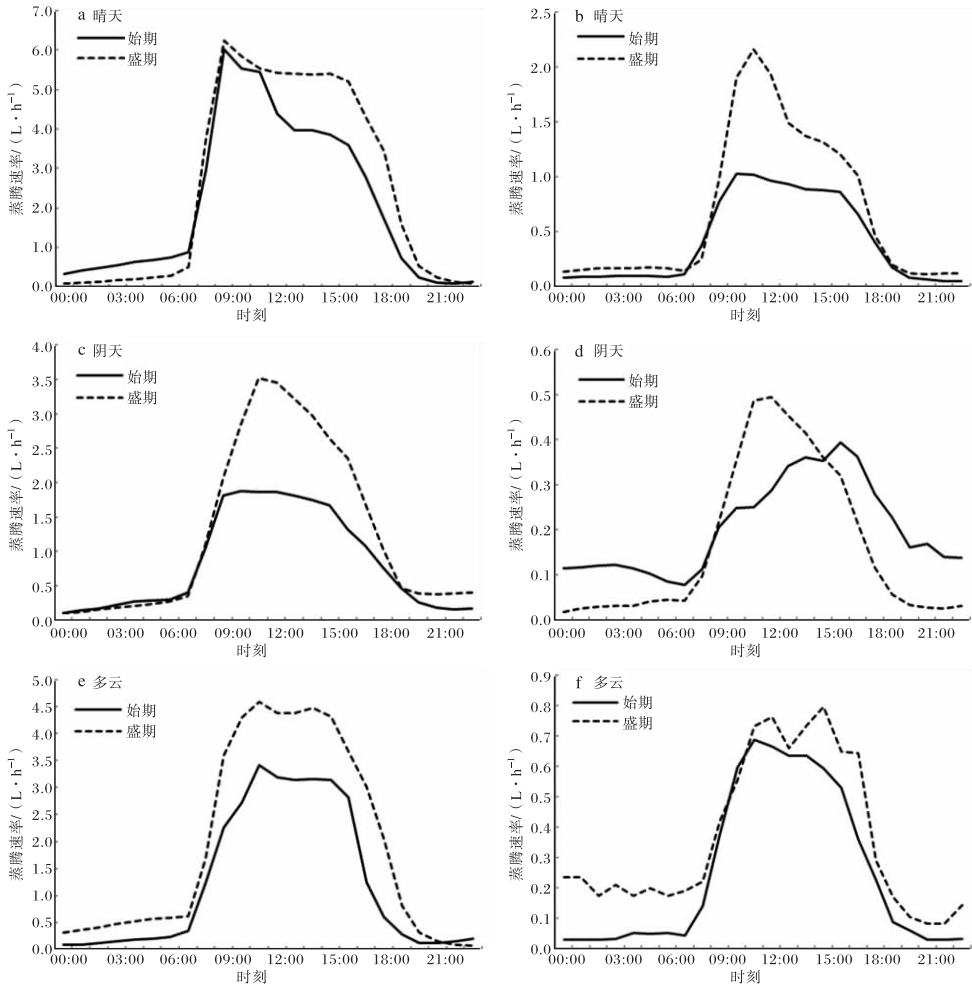


图2 矮砧(a,c,e)、乔化(b,d,f)苹果树不同生长阶段晴天、阴天、多云条件下蒸腾速率日变化

资料少,不具有代表性,故不作分析。下同。

乔化苹果树在晴天条件下,00:00—07:00、09:00—23:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期,仅 08:00 小于生长始期。阴天条件下,00:00—08:00、16:00—23:00 生长盛期蒸腾速率小于生长始期,09:00—15:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期。多云条件下,00:00—09:00、11:00—23:00 生长盛期蒸腾速率大于生长始期,仅 10:00 小于生长始期。晴天、阴天、多云条件下,乔化苹果树生长始期蒸腾速率分别在 10:00、16:00、11:00 达到峰值,而生长盛期则分别在 11:00、12:00、

15:00 达到峰值,盛期和始期蒸腾速率差值分别在 11:00、11:00、17:00 最大(图 2b、2d、2f)。

矮砧苹果树生长始期三种天气条件下蒸腾速率最大值均大于乔化苹果树,且最大值出现时间也较乔化苹果树早 2~6 h,两者差值晴天最大为 $3.8 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$,其次为多云 $2.6 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$,阴天最小 $1.5 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ 。生长盛期三种天气条件下矮砧苹果树蒸腾速率大于乔化苹果树,最大值出现时间较乔化晴天、阴天提前 1 h,多云同时出现,两者差值晴天最大 $5.2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$,其次分别为多云 $3.9 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ 、阴天 $3.0 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ (表 1)。

表 1 矮砧、乔化苹果树不同生长阶段不同天气条件下日蒸腾速率最大值及其差值

天气条件	矮砧苹果树蒸腾速率/($\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$)				乔化苹果树蒸腾速率/($\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$)				差值/($\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$)	
	生长始期	出现时间	生长盛期	出现时间	生长始期	出现时间	生长盛期	出现时间	生长始期	生长盛期
晴天	6.0	09:00	6.2	09:00	2.2	11:00	1.0	10:00	3.8	5.2
阴天	1.9	10:00	3.5	11:00	0.4	16:00	0.5	12:00	1.5	3.0
多云	3.4	11:00	4.6	11:00	0.8	15:00	0.7	11:00	2.6	3.9

3.3 主要生育期两种栽培模式苹果树蒸腾量分析

分析 2017、2018 年 4—10 月矮砧、乔化苹果树生育期内蒸腾量的日变化可知,生育期不同阶段两种栽培模式下的苹果树蒸腾量波动较大,不同生长阶段果树需水规律不同;同等灌溉量和降水量条件下,矮砧苹果树生育期内日蒸腾耗水量较乔化苹果树明显偏多;苹果树日蒸腾量对水分增加的响应有一个滞后的表现,在降水或者灌溉后的第一天会出现蒸腾量迅速增大的情况,然后逐日降低。矮砧、乔化苹果树日蒸腾量变化阶段性特征基本一致,4—5 月随着气温升高,果树进入初始生育期,耗水量逐渐增加,受降水和果园灌溉共同影响,日蒸腾量较大;6—7 月为苹果的快速发育期,果树所需水分增加,蒸腾耗水迅速增加,进入高耗水阶段;8 月为苹果的发育中期和果实膨大期,耗水量与 7 月相比略有减少;9 月蒸腾量增大,除了与果实膨大需要耗水有关外,还可能

与果树秋梢生长耗水有关;10 月苹果成熟期耗水量降低,进入成熟期的蒸腾回落阶段。

4 结论

(1)矮砧、乔化苹果树在四种天气条件下蒸腾速率日变化均为“几”字型单峰曲线,矮砧苹果树曲线升降幅度较乔化明显。晴天、多云、阴天情况下,矮砧苹果树蒸腾速率曲线峰值出现时间早于乔化。两种栽培式下晴天峰值出现时间最早且两者差异最大,雨天峰值出现时间最晚且差异相对最小。

(2)晴天、多云、阴天三种情况下,矮砧、乔化苹果树生长盛期蒸腾速率大部分时间高于生长始期。无论是生长始期还是生长盛期,矮砧苹果树蒸腾速率均高于乔化。

(3)主要生长期,矮砧、乔化苹果树蒸腾耗水量波动较大,受需水量不同影响,不同阶段耗水量不同,矮砧苹果树蒸腾耗水量要高于乔化苹果树。

参考文献:

- [1] 陈力,李洪斌,李涛,等. 气象助力苹果产业扶贫的工作实践[J]. 陕西气象,2019(1):50-53.
- [2] 王琳,倪闻,彭力,等. 铜川市近30年苹果气象灾害特征分析[J]. 陕西气象,2020(6):42-46.
- [3] 赵春彦,司建华,冯起,等. 胡杨(*populus euphratica*)树干液流特征及其与环境因子的关系[J]. 中国沙漠,2014,34(3):718-724.
- [4] 费俊娥,焦陇慧,吴贤忠,等. 陇东黄土高原区人工刺槐树干液流特征[J]. 甘肃农业大学学报,2020,55(6):131-139.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 樊敏,马履一,王瑞辉. 刺槐春夏季树干液流变化规律[J]. 林业科学,2008,44(1):41-45.
- [8] 李青华,穆艳,王延平. 黄土丘陵沟壑区山地苹果林蒸散特征[J]. 地球科学,2019,44(8):2818-2828.
- [9] 周珊珊,吴发启. 渭北高原矮化红富士苹果树蒸腾规律的研究[J]. 西北林学院学报,2011,26(6):40-43.
- [10] 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.
- [11] 张皓,李军,杨捷,等. 上海地区土壤水分月季变化特征分析[J]. 中国农业气象,2009,30(S1):10-15.