

李艳莉,郭新,符昱,等.陕西关中地区猕猴桃园小气候特征分析及高温热害指标研究[J].陕西气象,2021(1):40-43.  
文章编号:1006-4354(2021)01-0040-04

# 陕西关中地区猕猴桃园小气候特征分析及高温热害指标研究

李艳莉,郭新,符昱,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:**2015年7月1日—8月31日,在陕西关中地区眉县、周至县2个猕猴桃种植代表县,选择40株徐香、华优品种5~8 a树龄果树作为观测样本,通过建立果园小气候站,观测果园内外气温变化,并同步观测果树高温热害生理变化。运用统计学方法,分析果园小气候特征、果树高温热害指标,并构建果园最高气温预测模型。研究表明:7—8月果园内气温呈单峰型变化,大部时段较园外偏低0.1~1.3℃;猕猴桃果树高温热害与高温强度、持续时间以及果树品种、树龄等关系密切,华优均较徐香具有更强的耐热性;园外日最高气温与园内日最高气温具有极显著的正相关关系,构建的园内日高温预报模型误差±2℃以内准确率达90%。

**关键词:**猕猴桃;高温热害;指标修订

**中图分类号:**S162.5

**文献标识码:**A

截止2019年,陕西猕猴桃种植面积达5.85万 $\text{hm}^2$ ,产量达107.24万t,平均每667 $\text{m}^2$ 经营收益4934.07元<sup>[1]</sup>,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,是继苹果之后陕西水果的第二张名片<sup>[2-3]</sup>。关中地区作为猕猴桃优生区和集中栽培区,种植面积已占全省种植面积的70%,且种植规模仍在进一步扩展<sup>[4]</sup>。而关中地区夏季阶段性高温多发,高温强度大、持续时间长,且常伴有伏旱天气,易引发果树高温热害,对猕猴桃产量、品质等造成一定影响。目前已有文献中有关猕猴桃高温热害的气象指标较为粗泛,一般仅以高温强度单要素作为大致的指标分级依据,且无品种区分<sup>[5-9]</sup>。为探索猕猴桃精细化高温热害指标,本研究主要采用小气候定点观测、果树生理特征观测等,分析果园小气候的变化特征、不同高温强度和高温持续时间对不同品种果树产生的差异化影响,并构建园内高温推算模型,为有效利用气象资源、科学防灾减灾

以及气象影响评估等服务工作的深入开展,提高陕西猕猴桃气象服务的针对性和有效性,指导政府决策和果业生产提供科学依据。

## 1 试验区域和资料方法

### 1.1 试验区域

试验区位于陕西省眉县、周至县,该区域猕猴桃种植面积占全省种植面积的62.7%,是陕西省主要的猕猴桃种植区,荣获“中国猕猴桃之乡”称号,在种植分布上具有较强的代表性。该区南依秦岭,北跨渭河,属暖温带大陆性季风气候,四季分明、雨热同季、日照充足、土层深厚肥沃。眉县多年(1981—2010年)平均气温12.8℃,无霜期213d,年平均降水量581.6mm;周至多年平均气温14.1℃,无霜期234d,年平均降水量617.6mm。气象条件符合猕猴桃气候适宜性区划指标,属于优生区之一<sup>[10]</sup>。

确定宝鸡市眉县环球园艺公司和西安市周至县九峰佰瑞猕猴桃研究院2个农业园区为试验

收稿日期:2020-06-11

作者简介:李艳莉(1979—),女,陕西郿邑区人,汉族,学士,高工,从事农业气象服务与技术研究。

基金项目:陕西省气象局研究型业务重点科研项目(2015Z-5)

点,其中以眉县环球园艺试验点为主,并在该园安装三要素小气候站,以更好地开展猕猴桃小气候、果树生态观测以及指标修订人工试验研究;周至九峰试验点为辅助观测点,主要进行猕猴桃生态观测。观测品种有徐香、华优 2 种,样本数共计 40 株,其中眉县徐香 20 株、华优 10 株,5 a 树龄,株行距 3 m×4 m,大棚架结构;周至县徐香 10 株,株行距 3 m×4 m,8 a 树龄,T 型架结构。

## 1.2 观测资料

2015 年 3 月,在眉县环球园艺猕猴桃科技示范园内建立区域小气候站,设备采用北京雨根科技有限公司生产的 RR-9130 三要素移动气象观测仪,观测要素包括空气温度、空气湿度、光合有效辐射,距地高度为 1.5 m,观测数据每 10 min 上传 1 次,并自动存入数据库,本研究主要选用空

气温度要素。从数据库中获取 2015 年 7 月 1 日—8 月 31 日每日每小时数据,求取气温数据每小时 6 个数据中的最大值,作为果园小气候小时最高气温。园外对照站为眉县气象站,两站直线距离 14.7 km;辅助点为周至九峰镇猕猴桃研究所园区,园外对照站为周至气象站;园外对照站气象数据均来源于陕西省气象信息中心。

猕猴桃高温热害观测内容:7 月 21 日—8 月 2 日阶段性高温出现时段在眉县、周至两处试验点开展为期 13 d 的猕猴桃高温热害观测,其中以眉县为主,周至进行辅助观测。每日 11 时、14 时和 17 时共 3 个时次,除观测试验点果园整点小气候状况外,同时观测果树热害发生时叶片、果实等表征特点,并按观测标准计算各级热害受害比例(表 1)。

表 1 关中地区猕猴桃高温热害分级特征

受害部位	轻度	中度	重度
叶片	猕猴桃叶片萎蔫,卷曲	叶片卷曲,边缘失绿变黄	叶片失绿,发黄,甚至脱落
果实	果面出现浅褐色、白色日灼斑点,灼伤面积占果面 1/6 及以下,果实手感微软	果面灼伤面积占果面的 1/6~1/4,受害部位干瘪	灼伤面积占果面 1/4 及以上,受害部位变为深褐色,并明显凹陷,开始腐烂

## 1.3 研究方法

以 2015 年 7 月 1 日—8 月 30 日的眉县果园内、外逐时气温监测资料为基础,统计分析日内不同时段园内、外气温变化特征,以及园内、外气温差异性变化;同时运用回归分析法,构建基于园外的园内最高气温推算模型,并用 2015 年 8 月 1—30 日观测数据对模型进行检验。

受不同强度高温胁迫,猕猴桃品种、植株部位间存在差异化反应。通过 7 月 21—8 月 2 日对眉县、周至试验点果园小气候、猕猴桃生理变化观测,研究分析徐香、华优猕猴桃品种果实、叶片高温热害发生特征,并以此确定其不同等级高温热害指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 果园内外气温日变化特征

果园气温受太阳辐射影响明显,眉县 7—8 月果园白天气温呈单峰型变化(图 1),06—07 时为

最低,随着太阳辐射增强,气温以 1.27 °C/h 速率升温,至 15 时达到最高值,随后缓慢下降,平均日较差 11.4 °C。园外气温变化趋势与园内基本一致,高、低温出现时段一致,11—13 时果园内、外温度曲线基本重合。其余时段园外较园内偏高 0.1~1.3 °C,平均偏高 0.5 °C,以 22—07 时偏高显著,大部偏高 1 °C 以上。

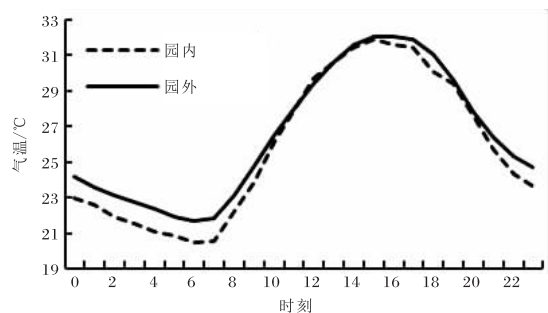


图 1 眉县猕猴桃生长旺盛期(7—8 月)果园气温日变化

## 2.2 园内最高气温推算和检验

受小气候观测数据质量影响,选取 2015 年 7 月 1—31 日眉县果园小气候逐时气温资料为建模参数,构建基于园外日最高气温的园内日最高气温线性预测回归模型,回归方程决定系数( $R^2$ )为 0.859,通过 0.001 显著性检验。

$$Y=0.859x+4.201, \quad (1)$$

公式(1)中: $Y$ 为果园日最高气温预测( $^{\circ}\text{C}$ ); $X$ 为当地气象站日最高气温( $^{\circ}\text{C}$ )。由于夏季日最高气温多出现在 14—16 时,此模型预测的园内日最高气温也以此时段为主。

同时利用 2015 年 8 月 1—30 日试验点小气候数据进行回代检验,平均绝对误差为  $1.04^{\circ}\text{C}$ ,误差 $\leq\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的样本占比为 90%,误差 $\leq\pm 1^{\circ}\text{C}$

的样本占 60%(表 2)。预测模型基本满足业务需求,对于开展精细化果树高温热害防灾减灾服务有一定参考意义。

## 2.3 猕猴桃高温热害分析

2.3.1 果实高温热害分析 ①徐香 当  $33^{\circ}\text{C}\leq$  日最高气温( $T_g$ ) $<35^{\circ}\text{C}$  出现并持续 5 d,或  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 2 d,果实出现轻度灼伤;  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 4 d,果实出现中度灼伤;  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 6 d,或  $T_g\geq 38^{\circ}\text{C}$  持续 2 d,果实出现重度灼伤(图 2)。②华优 由于华优品种较徐香耐热性强,且多为套袋果,果袋良好的遮阴性大大缓解了阳光直射和高温对果实的不利影响,观测实验阶段持续高温天气过程未对华优套袋果实产生影响。

表 2 果园内最高气温预测误差检验

样本数 /个	误差范围 / $^{\circ}\text{C}$	平均误差 / $^{\circ}\text{C}$	平均绝对 误差/ $^{\circ}\text{C}$	误差 $\leq\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的 样本比例/%	误差 $\leq\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的 样本比例/%
30	-2.7~3.1	0.6	1.04	60	90

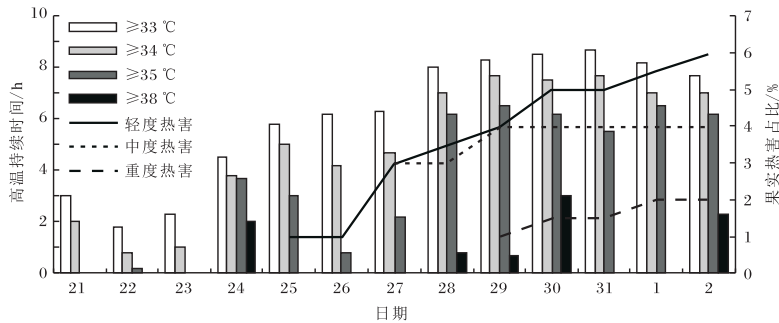


图 2 2015 年 7 月 21—8 月 2 日眉县徐香猕猴桃果实高温热害发生情况

2.3.2 叶片热害分析 ①徐香 当  $33^{\circ}\text{C}\leq T_g<35^{\circ}\text{C}$  出现并持续 3 d,20%左右叶片出现卷曲;  $33^{\circ}\text{C}\leq T_g<35^{\circ}\text{C}$  高温持续 5 d,或  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 2 d,50%左右叶片出现卷曲;  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 4 d,90%以上叶片出现卷曲(图 3)。②华优  $35^{\circ}\text{C}\leq T_g<38^{\circ}\text{C}$  高温持续 4 d,40%左右叶片出现卷曲; $T_g\geq 38^{\circ}\text{C}$  持续 2 d,60%以上叶片出现卷曲(图 3)。

在 7 月 21—8 月 2 日阶段性高温天气过程中,徐香、华优猕猴桃叶片热害的表现仅为轻度热害和叶片不同卷曲程度的差异,未出现叶片边缘失绿发黄甚至干枯脱落等更严重热害现象。另

外,因试验园区采取正常生产管理,实验数据受人工干扰影响较大,眉县华优、徐香果园分别在 7 月 29 日、8 月 1 日采取了灌溉措施以缓解高温干旱影响,叶片热害百分率随之下降明显。

2.3.3 不同品种及树龄间的耐热差异 ①品种差异 由于华优叶片蜡质层厚,且多为套袋果。因此,无论是叶片还是果实,华优均较徐香有更强的耐热性。整个观测过程中,华优果实未出现日灼现象,叶片轻度热害发生率也较徐香偏低 20%~30%。②树龄差异 周至徐香猕猴桃树龄为 8 a,眉县华优、徐香树龄均为 5 a。周至徐香猕猴桃架

面遮蔽度较高, 树体抗逆性也较强。整个观测过程中, 周至徐香未出现果实日灼现象, 且叶片轻度

热害明显少于眉县猕猴桃, 发生率不超过 10%, 较眉县偏低 60%~80%。

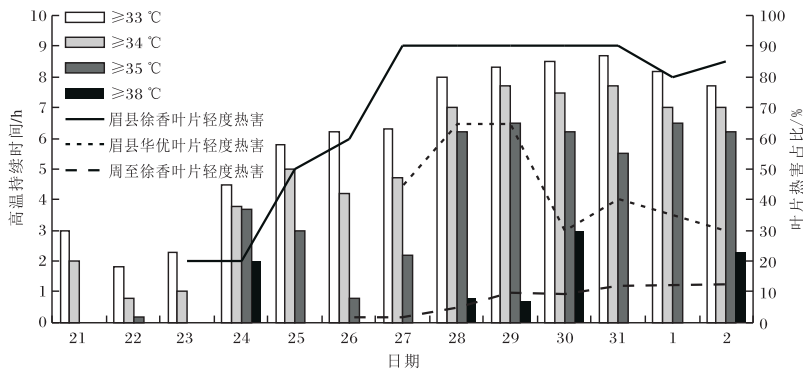


图3 2015年7月21—8月2日眉县、周至猕猴桃叶片高温热害发生情况

### 3 结论与讨论

(1) 7—8月果园气温呈单峰型变化, 日出前06—07时最低, 午后15时达到极高值, 平均日较差11.4℃; 园内外变化趋势基本一致, 大部时段园外较园内偏高0.1~1.3℃。

(2) 果园最高气温与园外最高气温存在显著的正相关性, 构建的基于园外逐日最高气温的园内高温线性预测回归模型, 平均绝对误差为1.04℃, 基本满足精细化农业气象服务需求。

(3) 猕猴桃果树高温热害与高温强度和持续时间均有较高的相关性, 不同树龄、品种间果树耐热性存在一定差异。当气温高于33℃并持续3d以上, 徐香叶片、果面即出现不同程度的热害症状, 而华优较徐香具有更强的耐热性, 整个观测过程中未出现果面灼伤, 叶片热害发生率也较徐香偏低20%~30%。

(4) 鉴于实验条件以及技术水平等限制, 猕猴桃热害气象指标分析仅考虑了高温的强度和持续时间, 未能充分考虑如湿度、日照强度、风速等更多的气象因子, 指标的适用性在其它区域的生产实践中应给予注意, 这也是该项研究后期的努力方向。

#### 参考文献:

[1] 陕西省统计局. 2019年陕西省果业发展统计概览

[EB/OL]. (2020-04-14)[2020-05-20]. <https://new.qq.com/omn/20200414/20200414A0LBGB00.html>.

- [2] 王奕. 陕西猕猴桃产区调研与思考[J]. 西北园艺, 2018(2):51-54.
- [3] 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(4):14-15.
- [4] 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.
- [5] 张明, 李艳莉, 贺文丽, 等. 秦岭北麓猕猴桃夏季高温热害分析及防御对策[J]. 陕西气象, 2011(3):35-36.
- [6] 马文, 赵奕兵, 刘新生, 等. 陕西省武功县猕猴桃种植气象条件分析[J]. 陕西农业科学, 2016(3):86-89.
- [7] 屈振江, 柏秦凤, 梁轶, 等. 气候变化对陕西猕猴桃主要气象灾害风险的影响研究[C]//中国气象学会. 中国气象学会会议论文集, 2014:1189-1197.
- [8] 王景红, 梁轶, 柏秦凤, 等. 陕西猕猴桃高温干旱灾害风险区划研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(7):105-110.
- [9] 郭兆夏, 郭新, 符昱, 贺文丽, 等. 陕西猕猴桃主产区夏季高温热害时空分布规律研究[J]. 陕西农业科学, 2017, 63(9):74-79.
- [10] 王景红, 梁轶, 柏秦凤, 等. 陕西主要果树气候适宜性与气象灾害风险区划图集[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2012:24-25.