

# 四川广元猕猴桃溃疡病气象条件分析<sup>1</sup>

杨华<sup>1</sup>, 漆定梅<sup>2</sup>, 袁淑杰<sup>1</sup>, 张碧<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 成都市环境保护科学研究院, 四川 成都 610072)

**【摘要】**利用1960—2018年四川省广元市5个地面常规气象观测站逐日气温和降水资料,采用5日滑动平均和气候倾向率方法分析了四川广元猕猴桃溃疡病发生的气象条件。结果表明:①猕猴桃溃疡病最适宜气温为2—15°C,稳定通过15°C初日为苍溪最早,在4月上旬—中旬;青川最晚,在4月下旬—5月上旬。②猕猴桃溃疡病结束临界气温为20°C,20°C初日苍溪最早,在4月下旬—5月上旬;青川最晚,在5月中旬—下旬。③青川猕猴桃溃疡病发病概率最大、时间最长,而苍溪猕猴桃溃疡病发病概率最小、时间最短。

**【关键词】**猕猴桃;溃疡病;气象条件;广元市

**【中图分类号】**S663.4 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1005-8141(2019)12-1476-06

doi : 10.3969/j. issn. 1005-8141. 2019. 12. 007

## 1 引言

猕猴桃经济价值较高,富含人体所必需的17种氨基酸、多种微量元素和维生素C,经常食用猕猴桃可提高人体免疫力,减少疾病的发生。猕猴桃树在生长和发育的过程中,溃疡病会严重影响其产量和品质,阻碍了猕猴桃产业的可持续发展。

气象要素对猕猴桃溃疡病的发生发展与流行有着一定的影响。张毅军等<sup>[1]</sup>研究指出,11—2月份气温越低,降水越多,越容易导致猕猴桃溃疡病的侵染传播;王振荣等<sup>[2]</sup>研究认为,当年冬季极端气温达到-12°C,猕猴桃溃疡病将在5日内发病。目前研究普遍认为<sup>[3-9]</sup>,气温、降水对猕猴桃溃疡病发生与流行影响明显:冬季极端低温越低,第二年猕猴桃溃疡病发病概率越高;冬季降水越多,第二年猕猴桃溃疡病发病概率越大。研究表明<sup>[10-16]</sup>,猕猴桃溃疡病最适宜日平均气温为2—15°C,较适宜日平均气温为15—20°C,当日平均气温>20°C,猕猴桃溃疡病基本停止。

广元位于31°31'—32°56'N、104°36'—106°45'E,年平均气温16.1°C,适合猕猴桃的生长发育。广元境内地势北高南低,嘉陵江、白龙江、东河等河流由北向南过境,呈树枝状分布,是猕猴桃溃疡病发病的高峰地区。刘绍基等<sup>[17]</sup>分析认为,苍溪猕猴桃溃疡病发生始期为12月下旬—1月下旬,病害增殖期为2月上旬—3月上旬,发病高峰期为3月中下旬—4月中旬,病害缓慢期为3月下旬—4月中旬,枝干病害停止期和花蕾受害发病期为4月下旬—5月中旬,枝梢枯萎期为4月下旬—5月下旬;蒋利<sup>[18]</sup>分析了2014—2018年广元市昭化区猕猴桃溃疡病的发生条件。本文主要分析了四川广元猕猴桃溃疡病发生的气象

<sup>1</sup>收稿日期: 2019-07-13; 修订日期: 2019-10-14

基金项目: 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室科技发展基金项目(编号: 省重实验室2018-重点-05)。

第一作者简介: 杨华(1998-),男,四川省南充人,本科,主要从事应用气象学等方面的研究。

通讯作者简介: 张碧(1963-),女,四川省成都人,学士,教授,主要从事农业资源利用及农业气象应用等方面的研究。

---

条件和 1960—2018 年的气温变化趋势，对广元猕猴桃溃疡病发生与预防具有一定的指导和现实实际意义。

## 2 资料概况与研究方法

### 2.1 资料概况

气象资料来自四川省广元市气象局，主要包括 1960—2018 年四川广元市 5 个地面常规气象观测站逐日气温和降水资料。

### 2.2 研究方法

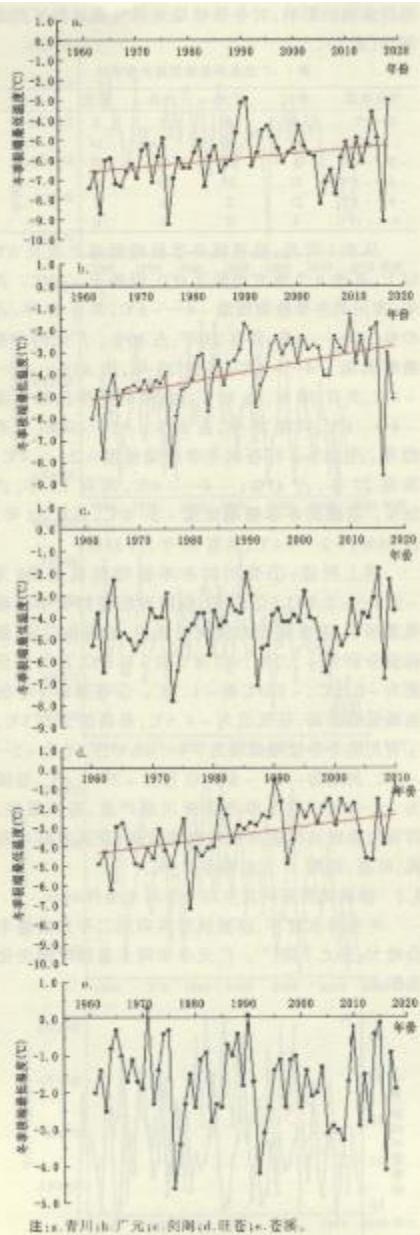
主要采用以下研究方法：①5 日滑动平均法。该方法可保持变量相对稳定，消除偶然因素产生的误差。本文利用 5 日滑动平均法计算临界温度时间，确定猕猴桃溃疡病发生的各个阶段时间。②气候倾向率。利用变量  $x$ （年极端气温、冬季降水、15°C 临界日期、20°C 临界日期）和时间序列做线性回归， $Y = a + b \times X$ 。如果线性回归满足 0.05 显著性检验，那么以  $b \times 10$  为气候倾向率（ $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ）。气候倾向率直观反应了该地区的气象条件变化。

## 3 猕猴桃溃疡病发生与冬季气象条件

### 3.1 猕猴桃溃疡病发生与冬季温度条件

当冬季日最低气温低于 0°C，作物体内将会结冰，发生冻害，对作物造成伤害。猕猴桃树在过冬过程中容易发生冻害，导致猕猴桃树抵抗溃疡病病菌的能力减弱，第二年猕猴桃溃疡病发生的概率大大提升，因此采用年极端最低气温分析第二年猕猴桃溃疡病的发生情况。年极端低气温越低，第二年猕猴桃溃疡病发生的概率越大，病情越重；年极端低气温越高，第二年猕猴桃溃疡病发生的概率越小，病情越轻。

广元市冬季极端最低气温随时间变化状况见图 1。从图 1 可见，青川县、广元市、旺苍县通过了 0.05 的显著性检验，这几个地区的气候倾斜向率分别为  $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。即青川、广元、旺苍冬季极端最低气温随时间有升高趋势；剑阁、苍溪未通过 0.05 的显著性检验，即剑阁、苍溪冬季极端气温随时间变化不明显。青川冬季极端气温为  $-9.2^{\circ}\text{C}$ — $-2.9^{\circ}\text{C}$ ，1975 年最低，1990 年最高；广元冬季极端气温为  $-8.6^{\circ}\text{C}$ — $-1.7^{\circ}\text{C}$ ，2015 年最低，1989 年最高；剑阁冬季极端气温为  $-7.8^{\circ}\text{C}$ — $-2.0^{\circ}\text{C}$ ，1975 年最低，1988 年最高；旺苍冬季极端气温为  $-1.1^{\circ}\text{C}$ — $-0.5^{\circ}\text{C}$ ，1975 年最低，2009 年最高；苍溪冬季极端气温为  $-4.6^{\circ}\text{C}$ — $-0.3^{\circ}\text{C}$ ，1975 年最低，1970 年最高。



注: a. 青川; b. 广元; c. 剑阁; d. 旺苍; e. 王溪。  
图 1 广元冬季极端最低气温随时间变化状况(1960—2018 年)

为了更深入讨论冬季极端最低气温对广元猕猴桃溃疡病的影响,对冬季极端最低气温进行了详细划分(表 1)。

表 1 广元冬季极端低温分布统计

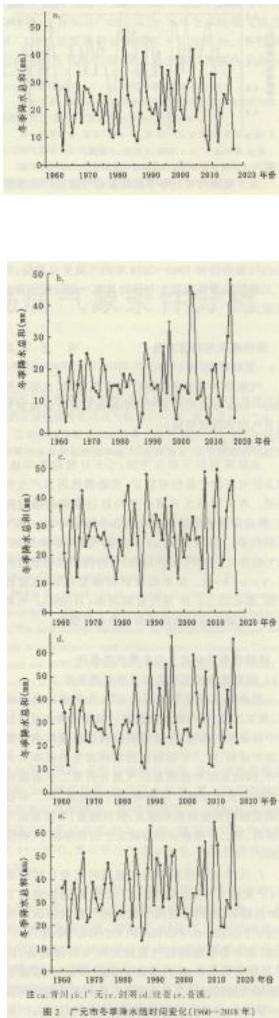
变化范围	青川	广元	剑阁	旺苍	王溪
0—2°C	0	0	0	0	2
-2—0°C	0	1	1	14	32
-2—-4°C	4	28	22	27	19
-4—-6°C	27	25	29	15	5
-6—-8°C	23	2	6	2	0
-8—-10°C	4	2	0	0	0

从表 1 可见, 除苍溪冬季极端低温出现在  $0^{\circ}\text{C}$  以上, 其他 4 个地方均低于  $0^{\circ}\text{C}$ , 但高于  $-10^{\circ}\text{C}$ 。其中, 青川的冬季极端低温  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 共有 27 年, 占 47%;  $-6\text{---}8^{\circ}\text{C}$ , 共有 23 年, 占 40%。广元的冬季极端低温  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 共有 25 年, 占 43%;  $-2\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 共有 28 年, 占 48%。剑阁的冬季极端低温  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 共有 29 年, 占 50%;  $-2\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 共有 22 年, 占 38%。旺苍的冬季极端低温  $-2\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 共有 27 年, 占 47%;  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 共有 15 年, 占 26%。苍溪的冬季极端低温  $-2\text{---}0^{\circ}\text{C}$ , 共有 32 年, 占 55%;  $-2\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 共有 19 年, 占 33%。

综上所述: ①青川的冬季极端低温最低, 为  $-9.2\text{---}2.9^{\circ}\text{C}$ 。②广元、剑阁和旺苍的冬季极端低温居中, 温度较低的依次是旺苍、剑阁和广元, 最低值分别为  $-7.2^{\circ}\text{C}$ 、 $-7.8^{\circ}\text{C}$  和  $-8.6^{\circ}\text{C}$ , 最大值分别为  $-0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.0^{\circ}\text{C}$  和  $-1.7^{\circ}\text{C}$ 。③苍溪的冬季的极端低温最高, 最低值为  $-4.6^{\circ}\text{C}$ , 最高值为  $0.3^{\circ}\text{C}$ 。④青川的冬季极端低温为  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 广元为  $-1\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 剑阁为  $-4\text{---}6^{\circ}\text{C}$ , 旺苍为  $-2\text{---}4^{\circ}\text{C}$ , 苍溪为  $-2\text{---}0^{\circ}\text{C}$ 。⑤冬季冻害青川最严重, 苍溪最轻。即青川猕猴桃溃疡病发病概率较高, 苍溪发病率较低, 旺苍、剑阁、广元发病率居中。

### 3.2 猕猴桃溃疡病发生与冬季降水条件

冬季降水较多, 猕猴桃溃疡病第二年发病概率会增大, 反之下降<sup>[18]</sup>。广元冬季降水量随时间变化见图 2。



从图 2 可见, 青川、广元、剑阁、旺苍、苍溪冬季降水随时间变化均未通过 0.05 的显著性检验, 即冬季降水量随时间变化

不明显。青川的冬季降水量最多为 48.6mm, 降水量最少为 5.4mm, 58 年的冬季降水量平均值为 22.5mm, 有 32 年冬季降水量大于 20mm, 占 55%; 广元冬季降水量最多为 55.8mm, 降水量最少为 1.6mm, 平均降水量为 16.5mm, 其中降水量大于 15mm 有 25 年, 占 43%; 剑阁冬季降水量最多为 49.6mm, 降水量最少为 5.8mm, 平均降水量为 27.1mm, 其中降水量大于 25mm 的有 38 年, 占 77%; 旺苍冬季降水量最多为 67.7mm, 降水量最少为 10.6mm, 平均降水量为 32.1mm, 其中降水量大于 30mm 的有 26 年, 占 45%; 苍溪冬季降水量最多为 72.7mm, 降水量最少为 7.7mm, 平均降水量为 35.3mm, 其中降水量大于 35mm 的有 25 年, 占 43%。

综上所述, 广元市冬季降水量较少、差异也较小, 降水量与温度的差异相比所占比重相对较小, 因此冬季影响广元市猕猴桃溃疡病的主要气象因素为温度条件。

## 4 猕猴桃溃疡病发生与春季气象条件

### 4.1 猕猴桃溃疡病发生与春季气象指标

从表 2 可见, 广元市的猕猴桃从 2 月下旬开始抽梢, 3—4 月为坐果期, 猕猴桃溃疡病发病高峰期主要集中在这段时间, 因此猕猴桃溃疡病主要影响猕猴桃的开花和坐果过程。如果猕猴桃开花期的气温达到猕猴桃溃疡病开始发病的最适合温度, 就必须采取相应的措施进行及时防治, 否则将严重影响猕猴桃的产量。本文主要分析了广元市猕猴桃溃疡病发病高峰期的结束温度和不适宜发病的温度, 以为猕猴桃产区提供可选择的防治措施。猕猴桃溃疡病发病的温度条件见表 3。从表 3 可见, 猕猴桃溃疡病发病的最适合温度为 2—15°C, 发病结束的温度为 20°C。

表 2 猕猴桃生育周期

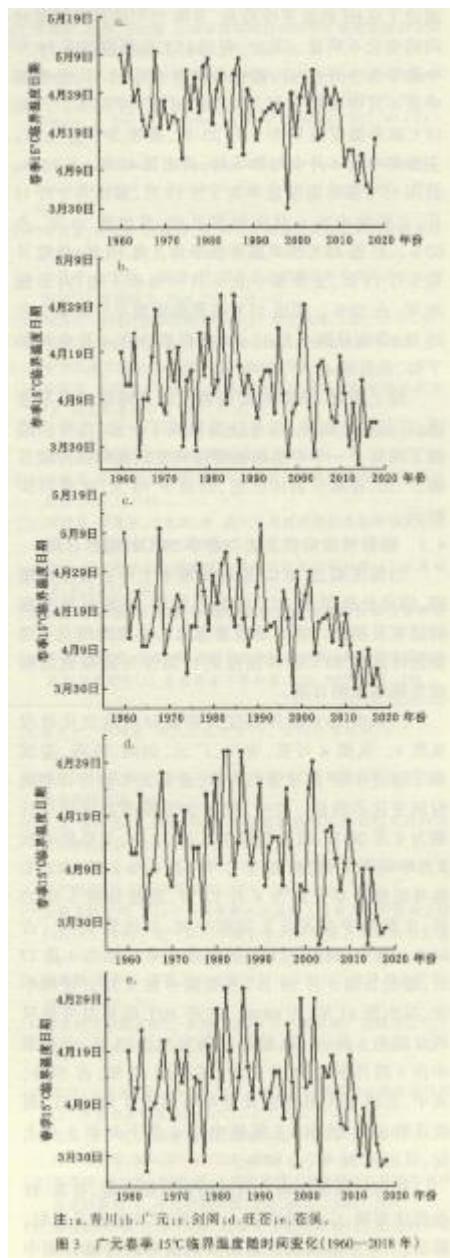
抽梢期	开花期	坐果期	果实成熟期	休眠期
2 月下旬	3 月中旬—3 月下旬	3 月下旬—4 月上旬	9 月上旬	11 月底—12 月初

表 3 猕猴桃溃疡病发病气温

2—15°C	15—20°C	20°C 以上
猕猴桃溃疡病菌	猕猴桃溃疡病菌	猕猴桃溃疡病菌
生长最适温度	生长较适温度	不生长

### 4.2 猕猴桃溃疡病发生与春季 15°C 临界期

从表 2、表 3 可见, 气温 15°C 是猕猴桃溃疡病发病高峰的截止温度, 因此分析每年 15°C 的临界温度对猕猴桃溃疡病的预防具有非常重要的意义。本研究主要采用五日滑动平均法计算了 15°C 临界温度的日期, 作为猕猴桃溃疡病发病高峰结束的日期。同时对青川、广元、剑阁、苍溪猕猴桃溃疡病发生的气候条件和 15°C 临界温度日期随时间变化状况进行了分析, 其中广元 15°C 临界温度日期随时间变化状况见图 3。



从图3可见,青川、广元、剑阁、旺苍、苍溪均未通过了0.05的显著性检验,表明15℃临界日期随时间的变化不明显。其中,青川15℃临界温度在58年中最早为3月30日,最晚日期为5月11日,主要集中在4月中旬和下旬,共出现36年,占65%。广元15℃临界温度最早为3月25日,最晚为5月1日,主要集中在4月中旬和下旬,共出现42年,占72%。剑阁15℃临界温度最早为3月19日,最晚为5月11日,主要集中在4月中旬和下旬,共出现35年,占60%。旺苍15℃临界温度最早为3月19日,最晚日期5月11日,主要集中在4月中旬和下旬,共出现29年,占50%。苍溪15℃临界温度最早日期是3月25日,最晚日期5月11日,主要集中在4月中旬和下旬,共出现41年,占70%。

综上所述,猕猴桃溃疡病发病高峰结束日期苍溪、广元均比剑阁、旺苍分别提前了一句,比青川提前了两旬。一年中猕猴桃溃疡病发病高峰的持续日期,广元、苍溪分别比旺苍、剑阁少10天,比青川少20天。

#### 4.3 猕猴桃溃疡病发生与春季20℃的临界日期

当温度超过  $20^{\circ}\text{C}$ ，猕猴桃基本上不会发生溃疡病，因此分析每年  $20^{\circ}\text{C}$  的临界温度，对猕猴桃溃疡病结束日期的计算有重要意义。本文采用五日滑动法计算出  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度的日期作为猕猴桃溃疡病发病结束的日期。

广元市  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度日期随时间的变化状况见图 4。从图 4 可见，青川、广元、剑阁、旺苍、苍溪都未通过 0.05 的显著性检验，表明  $20^{\circ}\text{C}$  临界日期随时间变化不明显。其中，青川  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度最早日期为 4 月 20 日，最晚日期为 5 月 31 日，主要集中在 5 月中旬和下旬，共出现 37 年，占 64%。广元  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度最早日期为 4 月 17 日，最晚日期 5 月 22 日，主要集中在五月上旬和中旬，共出现 37 年，占 64%。其中，剑阁  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度最早日期为 4 月 17 日，最晚日期 5 月 29 日，主要集中在 5 月上旬和中旬，共出现 41 年，占 68%。旺苍  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度最早的日期为 4 月 15 日，最晚日期为 5 月 22 日，主要集中在 4 月下旬、5 月上旬，共出现 32 年，占 59%。其中，苍溪  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度最早日期为 4 月 11 日，最晚日期 5 月 25 日，主要集中在 4 月下旬和 5 月上旬，共出现 36 年，占 67%。

从猕猴桃溃疡病发病的结束日期来看，苍溪、旺苍都比剑阁、广元提前了一旬，比青川提前了两旬。那么，一年中猕猴桃溃疡病发病高峰的持续日期中广元、苍溪比旺苍、剑阁少 10 天，比青川少 20 天。

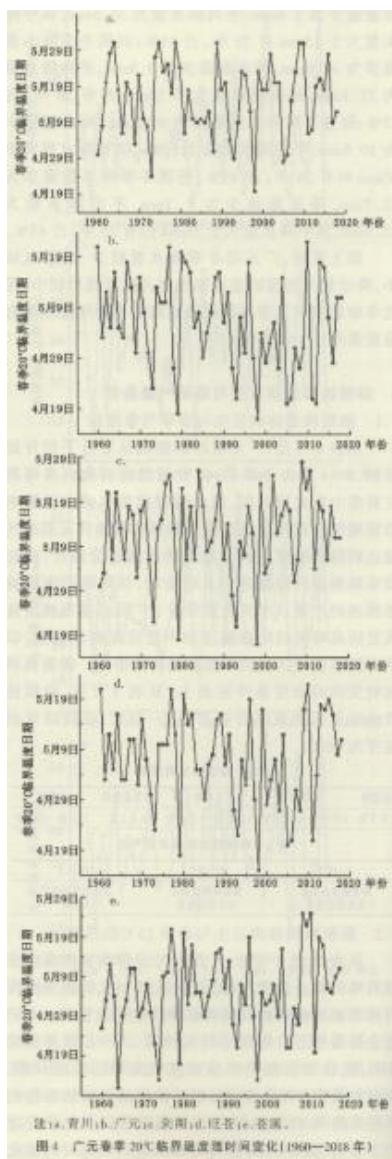


图 4 广元春季  $20^{\circ}\text{C}$  临界温度随时间变化 (1960—2018 年)

## 5 结论

主要是：①广元的年极端最低气温为-9.2—0.3℃，其中最高在苍溪，为0.3℃，最低在青川，为-9.2℃。冬季降水差异不大，基本上集中在30—50mm之间。②猕猴桃溃疡病发病高峰结束的临界温度为15℃，而15℃临界温度日期在苍溪最早，主要集中在4月上旬和4月中旬；青川最晚，主要集中在4月下旬和5月上旬。猕猴桃溃疡病发病结束的临界温度为20℃，而20℃临界温度的日期为苍溪最早，主要集中在4月下旬、5月上旬；青川最晚，主要集中在5月中旬、5月下旬。③青川猕猴桃溃疡病发病的概率最大、时间最长，发病高峰主要是在2月下旬到4月下旬；苍溪猕猴桃溃疡病发病概率最小、时间最短，发病高峰主要集中在2月下旬到4月中上旬。

### 参考文献：

- [1] 张毅军, 雷雯, 李建军. 眉县猕猴桃溃疡病气象条件分析与预报模式研究[J]. 陕西气象, 2017, (6):14- 17.
- [2] 王振荣, 高同春, 顾江涛, 等. 猕猴桃溃疡病主要发病条件研究[J]. 安徽农业科学, 1998, (4) :59-60, 63.
- [3] 牛钦司. 中华猕猴桃溃疡病的生态与防除[J]. 植物医生, 1998, 11(5):41-42.
- [4] 冯华, 李海洲. 周至县猕猴桃溃疡病流行规律及其综合防治措施[J]. 中国植保导刊, 2009, 29(11):29-30.
- [5] 黄经营, 王粉萍, 李亮. 猕猴桃溃疡病综合防治技术[J]. 现代园艺, 2014, (10) :71.
- [6] 赵英杰, 薛云飞, 车小娟, 等. 2009年眉县猕猴桃细菌性溃疡病发生现状与防治对策[J]. 果农之友, 2009, (5) :35 -奶.
- [7] 张继明, 邱琳, 李红娟. 宝鸡市猕猴桃溃疡病发生规律及防治对策[J]. 中国农村小康科技, 2008, 2(9) :54 - 56.
- [8] Marcelletti S, scorticini M. Clonal. Outbreaks of Bacterial Canker Caused by *Pseudomonas Ayringae* pv . *actinidiae* on *Actinidia Chinensis* and *A .Deliciosa* in Italy [ j ] . Journal of Plant Pathology, 2011, 93 (2):479 - 483.
- [9] Serizawa S, Ichikawa T. Epidemiology of Bacterial Canker of kiwifruit[J]. Annual Meeting of the Phytopathological Society of Japan, 1993, (59):460 - 468.
- [10] 张慧琴, 李和孟, 冯健君, 等. 浙江省猕猴桃溃疡病发病现状调查及影响因子分析[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(4) :832-835.
- [11] 李恩涛, 余文芹, 王世清, 等. 瓠安县红星猕猴桃溃疡病的发生与防治[J]. 植物医生, 2014, 27(3) :46 - 47.
- [12] 陈庆红. 如何防治猕猴桃溃疡病[J]. 农家顾问, 2007, (5) :3-35.
- [13] 李黎, 钟彩虹, 李大卫, 等. 猕猴桃细菌性溃疡病的研究进展[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(5):124- 133.
- [14] 张学武, 宋晓斌, 马松涛. 猕猴桃细菌性溃疡病防治技术研究[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(4):67 - 71.

- 
- [15] 张力田, 储琳, 钱子华, 等. 安徽岳西山区猕猴桃溃疡病发病原因及防治研究[J]. 中国南方果树, 2010, 39(5) :71 -73.
- [16] 王新义, 李平. 土壤高磷中硼可有效防治猕猴桃溃疡病[J]. 西北园艺, 2011, (2) :45.
- [17] 刘绍基, 唐显富, 王忠肃, 等. 四川省苍溪猕猴桃溃疡病的发生规律[J]. 中国果树, 1996, (1):25-26.
- [18] 蒋利. 广元市昭化区猕猴桃溃疡病发生及防治对策[J]. 农家参谋, 2018, (12) :68.
- [19] 胡慧琳, 胡显钦, 吴毅, 等. 猕猴桃溃疡病发生的影响因素概述[J]. 浙江柑橘, 2015, 32(4) :36-42.
- [20] 李淼, 植根甲, 李瑶, 等. 猕猴桃品种枝条组织结构与抗溃疡病关系的初步研究[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(3):240-245.