

# 猕猴桃溃疡病菌在中国的适生性分析

邵宝林<sup>1</sup>, 王成华<sup>1</sup>, 张婧<sup>1</sup>, 刘露希<sup>1</sup>, 朱天辉<sup>2\*</sup>, 庄启国<sup>3</sup>

(1. 四川出入境检验检疫局检验检疫技术中心, 成都 610041; 2. 四川农业大学林学院, 雅安 625014; 3. 四川省自然资源科学研究院, 成都 610015)

**摘要** 通过分析猕猴桃溃疡病菌在中国的适生性, 为科学制定有效的检疫监管措施, 防范其入侵和扩散, 确保猕猴桃产业健康发展提供理论依据。本研究根据前人研究结果, 采用模糊数学综合评判的原理和方法, 定量分析猕猴桃细菌性溃疡病菌(*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)在我国各个地区的适生性。猕猴桃溃疡病菌在我国最适宜的省份主要分布在四川、云南、贵州、福建、安徽、湖南、湖北、河南、江西、陕西、浙江、重庆、西藏。鉴于该病具有发生发展迅速, 危害性强, 防治难度大等特点, 应当加强猕猴桃种苗等繁殖材料的检疫, 加强对果园的管理和病害监测, 积极采取有效的防治措施并加强抗病育种方面的研究。

**关键词** 猕猴桃溃疡病; 丁香假单胞菌猕猴桃致病变种; 适生性分析

**中图分类号:** S 436.634 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.02.026

## Geographical distributions of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in China

Shao Baolin<sup>1</sup>, Wang Chenghua<sup>1</sup>, Zhang Jing<sup>1</sup>, Liu Luxi<sup>1</sup>, Zhu Tianhui<sup>2</sup>, Zhuang Qiguo<sup>3</sup>

(1. Inspection and Quarantine Technical Center of Sichuan Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Chengdu 610041, China; 2. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; 3. Sichuan Province Natural Resources Science Academy, Chengdu 610015, China)

**Abstract** The potential geographical distribution of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* was analyzed to provide the basis for working out its quarantine measures, so as to prevent its invasion and spreading, and protect kiwifruit industry and production in China. Based on previous studies, this paper analyzed the suitability of *P. syringae* pv. *actinidiae* in various regions of China by fuzzy mathematics comprehensive evaluation. The results showed that potential suitable areas (suitable value > 0.9) of the pathogen were mainly distributed in Sichuan, Yunnan, Guizhou, Fujian, Anhui, Hunan, Hubei, Henan, Jiangxi, Shaanxi, Zhejiang, Chongqing and Tibet. Bacterial canker is a devastating and rapid spreading disease of kiwifruit, and it is difficult to control. Therefore, it is recommended to strengthen quarantine of kiwifruit seedlings and other propagation materials, orchard management and disease monitoring, effective control measures, and studies on resistance breeding in practice.

**Key words** kiwifruit bacterial canker; *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*; suitability analysis

猕猴桃细菌性溃疡病是当前危害猕猴桃生产最为严重的病害之一, 该病发生发展迅速, 防治难度大, 导致猕猴桃植株不同程度发病和死亡, 重病年可暴发成灾甚至毁园, 严重制约了猕猴桃产业的发展。该病于1980年在美国加州和日本的静冈县首次发现并作了较为详细的报道, 随后相继在韩国<sup>[1]</sup>、意大利<sup>[2]</sup>等国出现<sup>[3]</sup>。2008年, 意大利猕猴桃细菌性溃

疡病大暴发<sup>[4]</sup>, 有报道认为是由于从新西兰和中国进口黄心猕猴桃繁殖材料引起的<sup>[5]</sup>, 但是很快在绿心猕猴桃上也发现该病害<sup>[6]</sup>。到2010年, 该病已蔓延到葡萄牙和法国<sup>[7-8]</sup>, 2011年扩散到西班牙、瑞士、智利、新西兰和澳大利亚, 2012年土耳其首次报道该病<sup>[9]</sup>, 病情的蔓延已经威胁到全世界猕猴桃产业的发展。我国猕猴桃细菌性溃疡病最早于1985

收稿日期: 2015-01-14 修订日期: 2015-02-12

基金项目: 国家质量监督检验检疫总局科研项目(2011IK175); 四川出入境检验检疫局自立科研项目(SK201406)

\* 通信作者 E-mail: zhuth1227@126.com

年被发现,1986年在湖南东山峰农场人工栽培基地首次证实该病的发生<sup>[10]</sup>,之后在较短的一段时间内便迅速蔓延至四川、安徽、福建、陕西等省,并造成严重危害<sup>[11-13]</sup>。由于猕猴桃溃疡病危害严重,造成的经济损失惨重,1996年猕猴桃细菌性溃疡病菌(*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)被列入我国森林植物检疫对象名单,2009年国家质量监督检验检疫总局印发的《意大利猕猴桃进境植物检疫要求》(国质检动函[2009]74号)中明确把丁香假单胞菌猕猴桃致病型(*P. syringae* pv. *actinidiae*)列入禁止入境的有害生物名单中。2013年,国家林业局将其列入全国林业危险性有害生物名单。本研究旨在分析猕猴桃溃疡病菌的适生性,预测该病在中国可能发生的地区,可为猕猴桃溃疡病的科学风险评估、病害监测及制定有效检疫监管措施提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 气象资料的获取

从气象部门获得全国各地 707 个气象观测站点地面气候资料(1971 年—2000 年)。气象站点的分布情况见图 1。



图 1 全国 707 个气象观测站点分布

Fig. 1 Distribution of 707 climate stations in China

### 1.2 适生评判因子的确定及隶属函数的建立<sup>[14]</sup>

评判因子依据前人的研究资料进行确定,筛选出与猕猴桃细菌性溃疡病适生相关的关键因子,根据关键因子应用模糊数学综合评判方法分别创建其隶属函数。

### 1.3 评判因子的权重分析

根据确定的评判因子,采用层次分析法和 1~9 标度建立判断矩阵,通过公式  $M_i = \prod_{j=1}^n B_{ij}$  ( $i = 1, 2, 3 \dots n; j = 1, 2, 3 \dots n$ ) 计算各行判断值的乘积,然后利用公式  $N_i = \sqrt[n]{M_i}$  计算其  $n$  次方根,最后用公式  $W_i = \frac{N_i}{\sum_i N_i}$  ( $i = 1, 2, 3 \dots n$ ) 计算各个因子所占的权重。以上公式中  $n$  代表评判因子的数量,  $B_{ij}$  代表判断矩阵第  $i$  行第  $j$  列的数值。

### 1.4 判断矩阵一致性检验

计算一致性指标  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ , 查找相应的平均随机一致性指标  $RI$ , 计算一致性比例  $CR = \frac{CI}{RI}$ 。

当  $CR < 0.1$  时,一般认为该判断矩阵具有满意的一致性;当  $CR > 0.1$  时,则认为该判断矩阵不具有 consistency, 应该调整判断值,直到通过一致性检验为止。

### 1.5 适生值的计算与划分

根据获取的气象监测站的地面气象资料,利用以下公式算出各个气象站点的适生值。

$$\mu_i = \sum_{j=1}^n a_j \cdot r_{ij} \quad (i = 1, 2, 3 \dots m; j = 1, 2, 3 \dots n)$$

式中,  $\mu_i$  为各个站点的适生值,  $a_j$  为各个气象因子的权重,  $r_{ij}$  为第  $i$  个站点第  $j$  个因子的隶属度。

适生值  $\mu$  越大,说明该地区越适宜发生猕猴桃细菌性溃疡病,根据综合适生值的大小作出规定<sup>[14]</sup>:  $\mu > 0.9$  为最适宜;  $0.8 < \mu \leq 0.9$  为适宜;  $0.7 < \mu \leq 0.8$  为较适宜;  $0.6 < \mu \leq 0.7$  为不适宜;  $\mu \leq 0.6$  为极不适宜。

## 2 结果与分析

### 2.1 适生因子的确定及隶属函数的建立

经查阅相关文献,王振荣等<sup>[15]</sup>认为该病发生早迟和危害程度与极端低温出现的早迟和低温程度关系密切,当极端低温达  $-12^\circ\text{C}$  以下时 5 d 内发病,该年将成为重病年;当旬平均气温达  $20^\circ\text{C}$  时,病害停止蔓延危害;品种的抗性对溃疡病的危害起着决定性作用。李瑶等<sup>[16]</sup>对猕猴桃溃疡病的流行进行分析后认为,影响该病发生严重程度的生态因子是 3 月中下旬降水量和 1 月份平均温度。王永兰等<sup>[17]</sup>

认为影响猕猴桃溃疡病发生的环境因子为温湿度,低温高湿发病重,春季旬平均气温 0℃左右病害开始扩展,旬平均气温在 10℃时阴雨高湿或扬尘有雾天气病害易流行,旬气温达到 16℃左右时,病害发展非常缓慢。金平涛等<sup>[18]</sup>认为发病影响因子主要是温度、湿度、冬季树体受冻害程度、农事操作和修剪中机械损伤造成伤口、树势和植株的抗病能力。李瑶等<sup>[19]</sup>经过 5 年的系统研究得出,猕猴桃溃疡病发生流行的特点是:海拔 750 m 以上的果园发病重;向阳坡发病程度重于背阳坡;不同品种发病程度差异显著,‘金丰’品种易感病,‘金魁’品种高度抗病;树龄越大,病株率越高;不同枝龄比较,一年生枝条病枝死亡率和枝条死亡率最高。

根据以上材料可以看出,气候因子中影响猕猴桃细菌性溃疡病菌的适生因子主要是温度、降水量和海拔。适生因子选择累年 1 月极端最低气温( $T_1$ )、累年 1 月平均气温( $T_2$ )、累年 3 月降水量( $W$ )和海拔高度( $H$ ),根据猕猴桃细菌性溃疡病菌的生物学特性,应用模糊数学综合评判方法建立隶属函数,当  $T_1 \leq -12^\circ\text{C}$ ,  $0^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 16^\circ\text{C}$ ,  $W \geq 30 \text{ mm}$ ,  $H \geq 750 \text{ m}$  时,适生值  $\mu$  为 1;当  $T_1 \geq 0^\circ\text{C}$ ,  $T_2 \leq -12^\circ\text{C}$  或  $T_2 \geq 28^\circ\text{C}$ ,  $W \leq 0 \text{ mm}$ ,  $H \leq 0 \text{ m}$  时,适生值  $\mu$  为 0。各因子的隶属函数如下:

累年 1 月极端最低气温( $T_1$ ):

$$\mu(T_1) = \begin{cases} 1, & T_1 \leq -12 \\ -T_1/12, & -12 < T_1 < 0 \\ 0, & T_1 \geq 0 \end{cases}$$

当  $T_1 \leq -12$  时,隶属函数的值定为 1;当  $-12 < T_1 < 0$  时,隶属函数的值在 (0,1) 之间;当  $T_1 \geq 0$  时,隶属函数的值为 0。

累年 1 月平均气温( $T_2$ ):

$$\mu(T_2) = \begin{cases} 0, & T_2 \leq -12 \\ (T_2 + 12)/12, & -12 < T_2 < 0 \\ 1, & 0 \leq T_2 \leq 16 \\ (28 - T_2)/12, & 16 < T_2 < 28 \\ 0, & T_2 \geq 28 \end{cases}$$

当  $0 \leq T_2 \leq 16$  时,隶属函数的值定为 1;当  $-12 < T_2 < 0$  或  $16 < T_2 < 28$  时,隶属函数的值在 (0,1) 之间;当  $T_2 \leq -12$  或  $T_2 \geq 28$  时,隶属函数的值为 0。

累年 3 月降水量( $W$ ):

$$\mu(W) = \begin{cases} 1, & W \geq 30 \\ W/30, & 0 < W < 30 \\ 0, & W \leq 0 \end{cases}$$

当  $W \geq 30$  时,隶属函数的值为 1;当  $0 < W < 30$  时,隶属函数的值在 (0,1) 之间;当  $W \leq 0$  时,隶属函数的值为 0。

海拔高度( $H$ ):

$$\mu(H) = \begin{cases} 1, & H \geq 750 \\ H/750, & 0 < H < 750 \\ 0, & H \leq 0 \end{cases}$$

当海拔  $H \geq 750$  时,隶属函数的值为 1;当  $0 < H < 750$  时,隶属函数的值在 (0,1) 之间;当  $H \leq 0$  时,隶属函数的值为 0。

## 2.2 各因子的权重分析

从表 1 可以看出,累年 1 月极端最低气温( $T_1$ )、累年 1 月平均气温( $T_2$ )、累年 3 月降水量( $W$ )和海拔高度( $H$ )等 4 项因子的权重分别为 0.351 187、0.351 187、0.188 686 和 0.108 940。通过查找判断矩阵的平均随机一致性指标( $RI=0.89$ )计算  $CR=0.003 7 < 0.1$ ,表明判断矩阵具有满意的一致性。

表 1 评判因子判断矩阵

Table 1 Judgment matrix of assessment factors

因子 Factors	$T_1$	$T_2$	$W$	$H$	权重 Weight	
$T_1$	1	1	2	3	0.351 187	$\lambda_{\max}=4.010 4$ $CI=0.003 3$ $CR=0.003 7$
$T_2$	1	1	2	3	0.351 187	
$W$	1/2	1/2	1	2	0.188 686	
$H$	1/3	1/3	1/2	1	0.108 940	

## 2.3 适生区划分

通过计算,适生值  $\mu > 0.9$  以上的站点共 52 个;  $0.8 < \mu \leq 0.9$  的站点共 114 个;  $0.7 < \mu \leq 0.8$  的站点共 113 个;  $0.6 < \mu \leq 0.7$  的站点共 129 个;  $\mu \leq 0.6$  的站点共 299 个。适宜猕猴桃细菌性溃疡病发生的站点( $\mu > 0.7$ )共 279 个,占 39.46%,具体站点见表 2。根据站点经纬度及其适生值,用 MapInfo Professional 12.0 软件制作专题图,从图 2 看,适宜猕猴桃细菌性溃疡病发生(适生值  $\mu > 0.7$ )的地区主要分布在河北、河南、山东、山西、陕西、安徽、江苏、福建、湖北、湖南、江西、广西、贵州、四川、西藏、云南、重庆、甘肃、上海和浙江,包含了绝大多数已发生猕猴桃溃疡病的地区,其中最适宜的地区(适生值  $\mu > 0.9$ )主要分布在四川、云南、贵州、福建、安徽、湖南、湖北、河南、江西、陕西、浙江、重庆、西藏。从图 3 可以看出,猕猴桃溃疡病菌在中国适生地区呈带状分布,对红色和黄色的分布区域应加强种苗调运前的检疫。

表 2 猕猴桃细菌性溃疡病发生适生值  $\mu > 0.7$  的站点Table 2 Suitable climate stations for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* ( $\mu > 0.7$ )

	站点 Stations	$\mu$	站点 Stations	$\mu$	站点 Stations	$\mu$	站点 Stations	$\mu$	站点 Stations	$\mu$
$\mu > 0.9$	七仙山	1.000 0	五峰	0.981 1	康定	0.935 6	芷江	0.916 0	九龙	0.905 7
	南岳	1.000 0	恩施	0.957 5	天目山	0.932 7	沅陵	0.913 1	广水	0.904 6
	庐山	1.000 0	房县	0.953 1	黄山	0.929 8	宝丰	0.910 9	老河口	0.904 1
	波密	1.000 0	九仙山	0.947 3	卢氏	0.929 1	南阳	0.909 8	宁国	0.904 0
	商州	0.998 9	宝鸡	0.946 0	凯里	0.928 4	枣阳	0.909 3	霍山	0.903 6
	佛坪	0.996 2	会泽	0.941 5	西峡	0.927 4	绿葱坡	0.909 3	驻马店	0.903 1
	镇安	0.991 8	金佛山	0.941 5	孟津	0.926 5	英山	0.909 0	威宁	0.902 6
	雪峰山	0.988 3	马尔康	0.939 0	武功	0.924 9	石门	0.908 0	石泉	0.902 1
	栾川	0.985 4	昭觉	0.938 6	郧县	0.920 4	信阳	0.907 7	许昌	0.900 8
	括苍山	0.982 4	德钦	0.938 5	林芝	0.918 2	中甸	0.906 4	钟祥	0.900 6
三穗	0.982 1	西安	0.937 1							
$0.8 < \mu \leq 0.9$	六安	0.899 8	巢湖	0.894 3	越西	0.868 6	黔西	0.843 4	长治	0.822 0
	麻城	0.899 7	蚌埠	0.894 2	屏南	0.868 3	酉阳	0.841 2	南通	0.821 7
	西华	0.898 7	淮阴(清江)	0.893 6	屯溪	0.867 9	郧西	0.839 4	泰宁	0.820 9
	万源	0.898 2	溧阳	0.892 2	铜川	0.865 7	芜湖	0.837 6	长武	0.820 3
	郑州	0.897 7	三门峡	0.892 1	东台	0.865 3	洛川	0.836 2	安康	0.819 2
	碭山	0.897 5	南京	0.892 1	巴东	0.863 5	习水	0.836 1	汉中	0.818 7
	固始	0.897 3	聂拉尔	0.891 7	涪潭	0.862 5	岷县	0.836 0	道孚	0.817 6
	徐州	0.897 0	常州	0.891 7	贵阳	0.862 5	上海龙华	0.835 8	新龙	0.812 7
	盱眙	0.897 0	开封	0.890 4	略阳	0.860 2	武冈	0.835 2	慈溪	0.812 7
	小金	0.896 8	安化	0.889 2	日照	0.857 5	雷波	0.833 5	济南	0.811 6
	亳州	0.896 5	洛阳	0.888 3	临沂	0.856 9	青岛	0.833 4	通道	0.811 2
	南县	0.896 3	樟树	0.886 7	遵义	0.856 6	峨眉山	0.833 2	侯马	0.810 7
	嘉鱼	0.896 3	射阳	0.885 5	运城	0.855 5	菏泽	0.832 3	木里	0.810 2
	常德	0.896 1	桑植	0.885 2	奉节	0.852 7	千里岩	0.830 9	长沙	0.809 8
	天门	0.896 0	邵阳	0.883 3	黄石	0.851 8	昭通	0.830 0	察隅	0.809 8
	阜阳	0.895 8	维西	0.882 9	平湖	0.850 9	金华	0.829 9	德格	0.807 7
	荆州	0.895 7	松潘	0.882 9	桐梓	0.850 7	新乡	0.829 8	安庆	0.806 1
	商丘	0.895 4	独山	0.882 9	铜仁	0.849 7	泽当	0.827 3	甘孜	0.805 2
	滁县	0.895 1	赣榆	0.882 8	来凤	0.849 5	毕节	0.826 6	昌都	0.804 4
	合肥	0.895 0	阳城	0.881 8	安顺	0.847 8	石岛	0.824 7	阳泉	0.801 8
宿县	0.894 8	高邮	0.877 2	泸西	0.847 5	华山	0.824 4	兖州	0.801 4	
武汉	0.894 4	沅江	0.873 0	宜昌	0.846 0	巴塘	0.823 7	盘县	0.800 9	
寿县	0.894 4	天水	0.870 4	衢州	0.844 5	岳阳	0.822 7			
$0.7 < \mu \leq 0.8$	梁平	0.799 0	介休	0.770 3	鄱阳	0.753 5	南城	0.733 1	岷泗	0.712 4
	桐城	0.798 1	丽江	0.770 0	芜湖县	0.750 7	平武	0.732 5	吉安	0.711 2
	杭州	0.797 6	零陵	0.769 8	九江	0.750 0	巴中	0.732 2	榕江	0.710 1
	威海	0.797 5	沂源	0.769 6	南昌	0.748 6	岷县	0.728 4	榆社	0.710 0
	双峰	0.797 3	平江	0.769 0	邢台	0.748 5	文山州	0.726 8	寻乌	0.709 9
	安阳	0.797 1	海阳	0.768 2	泰山	0.748 5	贵溪	0.725 8	广元	0.709 8
	西峰镇	0.795 4	丽水	0.768 0	宜良	0.747 7	隰县	0.725 3	玉溪	0.709 7
	临汾	0.794 3	平凉	0.767 3	朝阳	0.746 4	龙口	0.724 9	绵阳	0.709 3
	吕泗	0.792 4	宁冈	0.765 4	蒙自	0.743 5	大陈岛	0.722 1	阿坝	0.707 7
	成山头	0.792 0	武都	0.764 5	尼木	0.741 9	贡山	0.722 0	望谟	0.707 1
	吉首	0.789 6	石浦	0.763 4	昆明	0.741 4	日喀则	0.721 4	临洮	0.706 5
	都江堰	0.787 7	建阳	0.761 6	得荣	0.741 3	潍坊	0.720 7	定海	0.706 0
	吴县东山	0.785 3	思南	0.761 3	拉孜	0.740 0	石渠洛须	0.719 3	东营	0.705 8
	拉萨	0.782 7	延安	0.761 0	郴州	0.739 4	黔东南	0.718 5	道县	0.705 3
	莒县	0.781 1	腾冲	0.760 0	玉山	0.738 2	普兰	0.718 3	理塘	0.705 1
	烟台	0.780 7	保山	0.760 0	盐源	0.738 1	石家庄	0.717 9	会理	0.704 7
	修水	0.780 7	乾宁	0.759 3	宜春	0.737 5	广昌	0.715 9	环县	0.703 9
	景德镇	0.780 0	邵武	0.758 8	长汀	0.737 1	临夏	0.715 9	德州	0.702 5
	沾益	0.778 7	大理	0.757 1	洪家	0.736 6	莱阳	0.715 6	南宫	0.702 2
	兴义	0.777 6	浦城	0.755 7	衡阳	0.736 6	丁青	0.715 4	宝山	0.701 6
	泰安	0.774 7	龙泉	0.755 6	淄博	0.736 2	株洲	0.714 6	错那	0.700 2
	广南	0.773 6	长岛	0.754 6	建瓯	0.735 0	兰州	0.714 1		
	鄞县	0.771 8	那坡	0.754 2	太原	0.734 6	雅安	0.713 0		

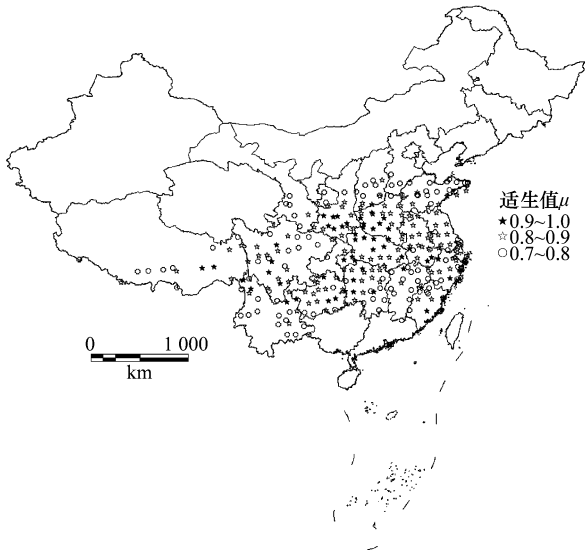


图2 猕猴桃细菌性溃疡病发生适生值  $\mu > 0.7$  的站点分布图

Fig. 2 Distribution of suitable climate stations of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* ( $\mu > 0.7$ )

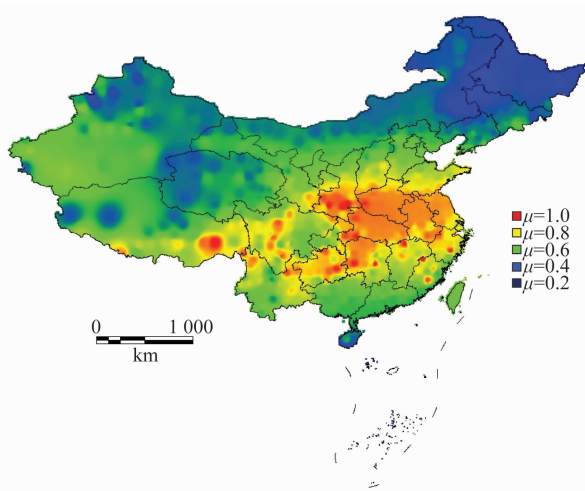


图3 猕猴桃溃疡病菌在中国适生性分布图

Fig. 3 Geographic distribution of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in China

### 3 讨论

适生性研究可为检疫监管提供科学理论依据,本文利用模糊综合评判的方法对猕猴桃细菌性溃疡病适生性进行分析,研究得出适宜猕猴桃细菌性溃疡病发生的地区包含了该病在我国的实际发生地区,说明分析结果可信度比较高,具有一定的借鉴和参考意义。

猕猴桃溃疡病的发生不仅仅和环境条件相关,而且和寄主植物抗病性以及人为影响(如农事操作)等密切相关,尤其在数据不全、时间有限、经费不足的情

况下,研究结果与现实情况还存在一定的差异。本文中确定的适生因子是通过查阅资料,依据前人的研究资料来确定的,至于分析所得的适生地区猕猴桃溃疡病会不会发生,应根据实际情况,从“病害四角”(寄主植物、病原物、环境条件和人)的关系去具体分析。

鉴于该病具有发生发展迅速,危害性强,防治难度大等特点,应当加强猕猴桃种苗等繁殖材料的检疫,加强对果园的管理和病害监测,积极采取有效的防治措施并加强抗病育种方面的研究。

### 参考文献

- [1] Koh Y J, Chung H J, Cha B J, et al. Outbreak and spread of bacterial canker in kiwifruit[J]. Korean Journal of Plant Pathology, 1994, 10(1): 68 - 67.
- [2] Scortichini M. Occurrence of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit in Italy [J]. Plant Pathology, 1994, 43(6): 1035 - 1038.
- [3] 李森,檀根甲,李瑶,等. 猕猴桃溃疡病研究进展[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(3): 391 - 393.
- [4] Balestra G M, Mazzaglia A, Quattrucci A, et al. Cancro batterico su *Actinidia chinensis* [J]. L' Informatore Agrario, 2008, 64(38): 75 - 77.
- [5] Deflorian S. Il miglioramento genetico dell'Actinidia negli ultimi 20 anni: problematiche affrontate e soluzioni proposte[D]. Italia: Università degli studi di Padova Facoltà di Agraria, 2009.
- [6] Balestra G M, Mazzaglia A, Quattrucci A, et al. Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy [J]. Australasian Plant Disease Notes, 2009, 4(1): 34 - 36.
- [7] Balestra G M, Renzi M, Mazzaglia A. First report of bacterial canker of *Actinidia deliciosa* caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Portugal [J]. New Disease Reports, 2010, 22: 10.
- [8] Vanneste J L, Poliakoff F, Audusseau C, et al. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the causal agent of bacterial canker of kiwifruit in France [J]. Plant Disease, 2011, 95(10): 1311 - 1312.
- [9] Bastas K K, Karakaya A. First report of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Turkey [J]. Plant Disease, 2012, 96(3): 452.
- [10] 方炎祖,朱晓湘,王宇道. 湖南猕猴桃病害调查研究初报[J]. 四川果树科技, 1990, 18(1): 28 - 29.
- [11] 王忠肃,唐显富,刘绍基. 猕猴桃细菌性溃疡病(*Actinidia bacterial canker*)病原细菌鉴定[J]. 西南农业大学学报, 1992, 14(6): 500 - 503.
- [12] 承河元,李瑶,万嗣堃,等. 安徽省猕猴桃溃疡病菌鉴定[J]. 安徽农业大学学报, 1995, 22(3): 219 - 223.
- [13] 梁英梅,张星耀,田呈明,等. 陕西省猕猴桃枝干溃疡病病原菌鉴定[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(1): 37 - 39.
- [14] 吕全,王卫东,梁军,等. 松材线虫在我国的潜在适生性评价[J]. 林业科学研究, 2005, 18(4): 460 - 464.

各地区样品的病毒检出率都较高,广东三水和英德、陕西、江西、江苏、湖南及重庆地区的检出率达到 100%,清新地区检出率最低。由于本研究所采集的冬瓜样品均为具有典型病毒病症状的冬瓜叶片,但部分样品未检出上述 5 种病毒中的任意一种,说明除了这 5 种病毒外,可能还存在其他种类的病毒危害冬瓜生产。

### 3 讨论

从本研究的结果来看,侵染冬瓜的病毒病原主要有 ZYMV、CMV、PRSV 和 WMV 4 种,未检测出 SqMV 阳性的材料。利用机械摩擦人工接种冬瓜叶片, SqMV 可以成功接种,并在冬瓜叶片上产生典型的病毒病斑<sup>[9]</sup>,本研究在所有供试冬瓜材料中未检出 SqMV 的主要原因有:(1)病毒毒原的分布具有地区性,在我国,报道该病毒发生的地方并不多,目前只在黑龙江的南瓜(*Cucurbita moschata*)<sup>[10]</sup>,新疆<sup>[11-13]</sup>、甘肃<sup>[12]</sup>的甜瓜(*Cucumis melo*),山西运城的南瓜<sup>[14]</sup>、河南开封和孟津的西葫芦(*Cucurbita pepo*)<sup>[14]</sup>上发现。(2)样品采样的主要依据是冬瓜叶片上有无病斑,由于病毒侵染具有潜伏期,在潜伏期内植株不表现症状,导致漏采。(3)采样量少,一方面的原因是采样地点具有病毒病症状的植株少;有的病株已经枯萎,失去研究的可能性;另一方面,采样地点发病植株表现的症状非常相似,具有差异的病株较少,导致重复采样。

本研究中,尚有部分材料具有典型病毒病症状,但对 5 种所检病毒均呈阴性的材料,未检出病毒的原因主要有:(1)保存时间过长且保存条件不好,导致 RNA 降解。(2)材料受到除本文涉及的 5 种病毒以外的其他病毒侵染,据目前的报道,冬瓜上的病毒病原除了本研究所涉及的 5 种外,已经确认的还有黄瓜绿斑驳花叶病毒、西瓜银色斑驳病毒<sup>[4]</sup>、番茄曲叶病毒<sup>[2]</sup>、马蹄莲褪绿斑病毒<sup>[15]</sup>等,其中有部分为检疫病毒,但如黄瓜绿斑驳花叶病毒在我国已有相关报道,不排除该病毒侵染冬瓜的可能性。

### 参考文献

- [1] 谢大森,柯剑,何晓明,等. 多抗冬瓜材料的获得及其生理变化规律初步研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(9): 1665 - 1668.
- [2] Samretwanich K, Chiemsombat P, Kittipakorn K, et al. Yellow leaf disease of cantaloupe and wax gourd from Thailand caused by *Tomato leaf curl virus* [J]. *Plant Disease*, 2000, 84(2): 200.
- [3] Chen C C, Ho H M, Chang T F. Characterization of a tospovirus-like virus isolated from wax gourd [J]. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*, 1995, 37(1): 117 - 131.
- [4] Chen C C, Ko W F, Pai K F. Ecology of *Watermelon silver mottle virus* disease on watermelon in Taiwan [J]. *Plant Pathology Bulletin*, 2004, 13(4), 317 - 328.
- [5] Tsuda S, Kameya-Iwaki M, Hanada K, et al. Grouping of five tospovirus isolates from Japan [J]. *Acta Horticulturae*, 1996 (431): 177 - 185.
- [6] Okuda M, Takeuchi S, Taba S, et al. *Melon yellow spot virus* and *Watermelon silver mottle virus*; outbreak of cucurbit infecting tospovirus in Japan [J]. *Acta Horticulturae*, 2002(588): 143 - 148.
- [7] Tomassoli L, Barba M. Occurrence of melon necrotic spot carmovirus in Italy [J]. *Bulletin OEPP*, 2000, 30(2): 279 - 280.
- [8] 彭斌,顾青,古勤生,等. 5 种病毒侵染葫芦科作物的症状观察[J]. 中国西瓜甜瓜, 2004(6): 14 - 16.
- [9] 尤毅,鄢慧琼,李华平,等. 冬瓜人工接种 5 种病毒后的症状观察[J]. 中国蔬菜, 2009(22): 58 - 62.
- [10] 李凤梅. 黑龙江省南瓜病毒病原鉴定和品种资源抗性筛选的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2002.
- [11] 裴美云,邱并生,谢浩,等. 哈密瓜花叶病毒病的研究 I 病原学[J]. 植物病理学报, 1982, 12(4): 27 - 32.
- [12] 魏宁生,张满良,吴云峰,等. 新疆、甘肃甜瓜病毒病的鉴定及防治[J]. 植物病理学报, 1991, 18(1): 81 - 85
- [13] 赵荣乐. 感染新疆甜瓜的南瓜花叶病毒的鉴定[J]. 喀什师范学院学报, 2004, 25(3): 46 - 50.
- [14] 古勤生,田延平,彭斌,等. 基于外壳蛋白基因序列对 3 种葫芦科作物病毒的分子分析[J]. 植物病理学报, 2008, 38(4): 357 - 363.
- [15] Chen C C, Chen T C, Lin Y H, et al. A Chlorotic spot disease on calla lilies (*Zantedeschia* spp.) is caused by a tospovirus serologically but distantly related to *Watermelon silver mottle virus* [J]. *Plant Disease*, 2005, 89(5): 440 - 445.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 150 页)

- [15] 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, 26(4): 347 - 348.
- [16] 李瑶,承河元,方书苗,等. 猕猴桃细菌性溃疡病流行预测初探[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 355 - 358.
- [17] 王永兰,杜永章,施正伟. 猕猴桃溃疡病发生特点及综合防治技术[J]. 现代农业科技, 2009(23): 188.
- [18] 金平涛,冯华,吕岩. 猕猴桃溃疡病的发生特点和综合防治技术[J]. 植保技术与推广, 2003, 23(8): 27 - 28.
- [19] 李瑶,承河元,方书苗,等. 猕猴桃溃疡病流行的生态因子及药剂对病菌的抑菌作用[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 359 - 362.

(责任编辑: 杨明丽)