

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.01.009

## 不同烟草品种在重庆市彭水地区的 青枯病抗性比较

龚杰<sup>1</sup>, 刘慧迪<sup>2</sup>, 刘颖<sup>1</sup>, 汪代斌<sup>3</sup>, 徐小洪<sup>3</sup>

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 天津农学院 园艺园林学院, 天津 300392;

3. 重庆烟草科学研究所, 重庆 400711

**摘要:** 烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的土传细菌性病害, 常造成重大经济损失, 筛选高抗、良好生态适应性的种质资源是选育青枯病抗病品种、防治烟草青枯病的重要基础. 为明确不同烟草种质对青枯病抗性的差异, 筛选出优良的抗性材料, 本研究在彭水田间自然发病地块连续 2 年(2020 年和 2021 年)对不同烟草品种进行田间抗病评价. 结果表明, 供试抗性烟草品种的病程发展曲线下面积显著低于感病对照品种红花大金元、长脖黄、翠碧一号; 依据抗性等级划分, 在 2 年的发病高峰期(2020 年 8 月 15 日和 2021 年 8 月 22 日), 均表现抗病的供试品种为“岩烟 97”和“6036”, “岩烟 97”连续 2 年的病情指数分别为 12.73 和 3.89, “6036”连续 2 年的病情指数分别为 3.70 和 15.65. 综合来看, 本研究通过抗性评价明确了“岩烟 97”和“6036”对青枯病的抗性最强, 且抗性稳定, 育种潜力较大, 可作为后续高抗品种的参考材料.

**关键词:** 烟草品种; 烟草青枯病; 抗性评价;

病程曲线下面积; 抗性等级

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)01-0061-07

## Comparison of Resistance of Different Tobacco Cultivars to Bacterial Wilt in Pengshui, Chongqing

GONG Jie<sup>1</sup>, LIU Huidi<sup>2</sup>, LIU Ying<sup>1</sup>,  
WANG Daibin<sup>3</sup>, XU Xiaohong<sup>3</sup>

1. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300392, China;

3. Chongqing Tobacco Research Institute, Chongqing 400711, China

收稿日期: 2021-10-22

基金项目: 中国烟草总公司科技重大专项项目(110202001024[JY-07]); 重庆市烟草公司科技项目(C20203NY4101).

作者简介: 龚杰, 硕士研究生, 主要从事烟草内生菌资源的挖掘及利用研究.

**Abstract:** Tobacco bacterial wilt is a soil-borne disease caused by *Ralstonia solanacearum*, which causes huge economic losses. Selection of resistant cultivar is an important way for controlling tobacco bacterial wilt. In order to clarify the differences of resistance in different tobacco cultivars to bacterial wilt, this study evaluated the resistance of different tobacco cultivars against bacterial wilt in disease infected filed of Pengshui for two consecutive years (2020 and 2021). The results showed that the area under the disease progression curves (AUDPC) of the tested resistant tobacco cultivars were significantly lower than that of the susceptible control cultivars ‘Honghua Dajinyuan’, ‘Changbohuang’, and ‘Cuibi No.1’. At peak incidence in two years (August 15, 2020 and August 22, 2021), ‘Yanyan 97’ and ‘6036’ showed the high resistance to bacterial wilt. The disease index of ‘Yanyan 97’ for two consecutive years was 12.73 and 3.89, respectively. The disease index of 6036 for two consecutive years were 3.70 and 15.65, respectively. In summary, this study confirmed that ‘Yanyan 97’ and ‘6036’ have the strongest resistance to bacterial wilt, and the resistance is stable. This result lays the foundation for future bacterial wilt resistance breeding.

**Key words:** tobacco cultivars; bacterial wilt; resistance evaluation; the area under the disease progression curves (AUDPC); resistance level

烟草作为我国主要经济作物之一,在我国国民经济中占有举足轻重的地位<sup>[1]</sup>.在烟草生产栽培过程中,随着气候多变、常年连作障碍、土壤环境恶化等因素,威胁烟草安全生产的病虫害也日益严重,给烟草产业带来了巨大的经济损失,严重影响了我国烟草产业的发展<sup>[2-3]</sup>.

烟草青枯病是一种由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的土传细菌性病害,青枯雷尔氏菌通过根部伤口、根尖或次生根侵染烟株,继而产生大量的胞外多糖堵塞维管束组织,造成“半边疯”,最终导致烟株死亡<sup>[4]</sup>.烟草青枯病在我国西南烟区和长江中下游烟区普遍发生,近年来青枯病发病率呈逐年升高趋势,发生时常造成毁灭性经济损失,严重影响烟草的产量和品质<sup>[5-7]</sup>.目前防治烟草青枯病主要采用物理防治、生物防治和化学防治的方法<sup>[8-10]</sup>,但缺少经济有效的根本防控措施,选育和种植抗病品种是防治烟草青枯病经济有效的办法之一,有效减少了烟草青枯病对烟草产量和品质的危害<sup>[11]</sup>.

培育抗病品种是种植抗病品种的前提,筛选抗病种质资源是培育抗病品种的基础工作.由于不同地区的生态气候条件、土壤类型、地理环境、栽培管理、青枯菌适应性等方面存在差异,从而使不同烟草品种在不同地区的抗性表现呈现不一致的现象<sup>[12-16]</sup>.截至目前,我国烟草青枯病抗性评价的方法主要有:盆栽灌根接种法、田间病圃自然发病法和苗期蘸根接种<sup>[11, 17-18]</sup>等.为把筛选抗病种质资源与当地生态环境条件有机结合,为今后品种的生态适应性提供基础,本研究选用武陵山区——重庆市彭水县作为西南生态环境的代表烟区,连续2年对8份种质资源进行青枯病抗性评价,以期筛选出优质抗性种质资源为后续培育抗病品种、防治烟草青枯病提供理论和实践依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地情况

试验地位于重庆市彭水县润溪乡白果坪村,海拔1 210 m,属亚热带湿润季风气候.试验选取烟草连作、常年发生烟草青枯病的平整地块,2020年和2021年的抗性评价试验均在同一地块进行.

## 1.2 试验材料

本试验所用的所有品种烟苗均采用漂浮育苗,按当地植烟相关技术标准进行统一大田管理.本试验各品种具体信息见表 1.

表 1 供试烟草品种具体信息

编号	品种	供种单位
1	岩烟 97	中国烟草总公司青州烟草研究所
2	反帝三号	中国烟草总公司青州烟草研究所
3	K326	中国烟草总公司青州烟草研究所
4	HN2146	中国烟草总公司湖南省公司
5	6036	贵州省烟草科学研究院
6	红花大金元	中国烟草总公司青州烟草研究所
7	翠碧一号	中国烟草总公司青州烟草研究所
8	长脖黄	中国烟草总公司青州烟草研究所

## 1.3 试验设计

每个品种为 1 个试验处理,共设 8 个处理,每个处理设置 3 个重复,共计 24 个试验小区.2020 年每小区植烟约 80 株,面积约 50 m<sup>2</sup>,2021 年各小区植烟约 40 株,面积约 25 m<sup>2</sup>,各小区均按照田间随机区组设计.

## 1.4 调查内容和方法

### 1.4.1 烟草青枯病病害调查

烟草青枯病的调查与分级标准参考国家标准《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008)进行,在青枯病发病初期开始调查,每隔 5~7 d 调查一次,直至采收后期.计算发病率与病情指数.

$$\text{发病率}(\%) = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{病害发展曲线下面积(AUDPC)} = \sum (X_{i+1} + X_i) (t_{i+1} - t_i) / 2 \quad (3)$$

注: $X_i$  为第  $i$  次调查时的病害病情指数; $t_i$  为第  $i$  次调查时日期.

### 1.4.2 烟草品种的抗性评价标准

抗性评价标准参考国家标准《烟草品种抗病性鉴定》(GB/T 23224—2008)进行,品种抗病性评价标准如下.

- 高抗或者免疫(I):病情指数为 0;
- 抗病(R):病情指数为 0.1~20.0;
- 中抗(MR):病情指数为 20.1~40.0;
- 中感(MS):病情指数为 40.1~60.0;
- 感病(S):病情指数为 60.1~80.0;
- 高感(HS):病情指数为 80.1~100.0.

## 1.5 数据处理

采用 Excel 2016, SPSS 23.0 进行试验数据处理与统计分析,采用 GraphPad Prism9 和

Origin 2017 绘图.

## 2 结果与分析

### 2.1 2020年各品种对烟草青枯病的抗性表现

2020年在青枯病发病初期(6月4日)开始,每隔5~7d调查一次,系统调查整个生育期内各品种的青枯病发生情况.由图1可知,从6月23日开始到7月13日,感病对照“红花大金元”“长脖黄”和“翠碧一号”病情指数显著提高;7月13日到8月7日病情指数缓慢增长,增长幅度不大;从8月7日到8月15日,由于高温高湿环境,适合青枯雷尔氏菌的侵染为害,病情指数急剧增长.采用病程发展曲线下面积对不同供试品种对田间烟草青枯病的抗性情况进行比较,结果表明,与对照感病品种“红花大金元”“翠碧一号”“长脖黄”相比,供试品种的抗性均较强,表现差异有统计学意义(图2).

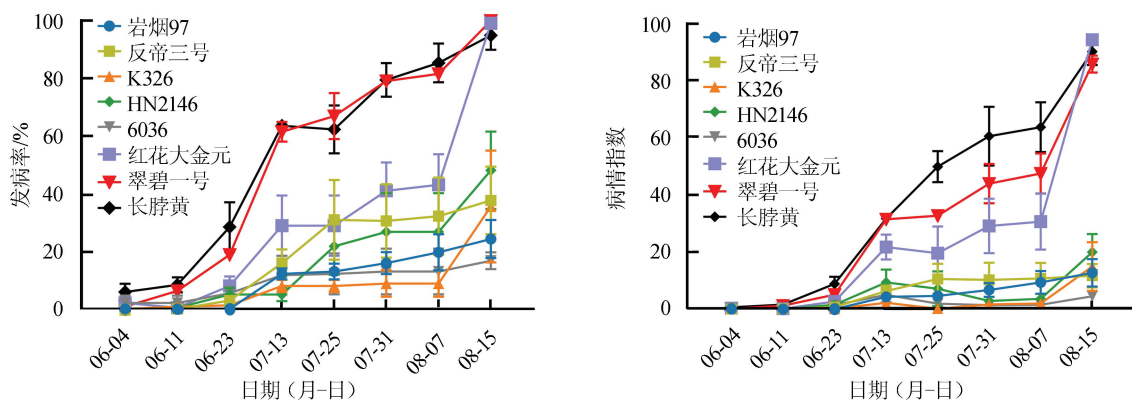
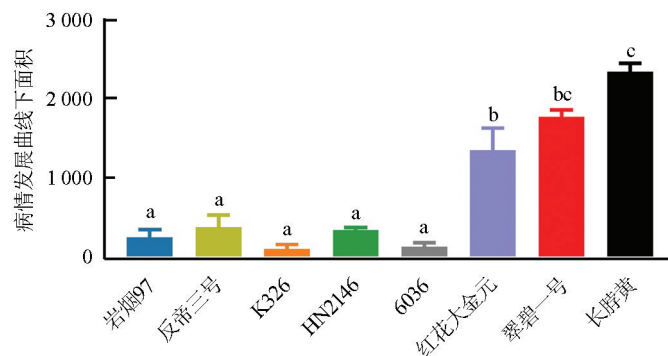


图1 2020年不同烟草品种青枯病发病率和病情指数



不同处理小写字母不同表示差异有统计学意义( $p < 0.05$ ).表2、图4、表3同.

图2 2020年不同品种青枯病病程发展曲线下面积(病情指数)

对各供试品种团棵期(6月11日)、打顶期(7月13日),以及发病高峰期(8月15日)3个时间点的病情指数进行分析(表2).品种“6036”在团棵期(6月11日)完全无症状,5个供试品种“岩烟97”“反帝三号”“K326”“HN2146”“6036”在打顶期(7月13日)及发病高峰期(8月15日)均表现抗病.

表 2 2020 年供试材料不同生育期的田间抗性评价结果

品种	团棵期(6月11日)	抗性等级	打顶期(7月13日)	抗性等级	发病高峰期(8月15日)	抗性等级
岩烟 97	0.05±0.05a	R	4.35±1.08a	R	12.73±4.82a	R
反帝三号	0.14±0.14a	R	6.34±1.89a	R	11.71±4.09a	R
K326	0.23±0.23a	R	2.22±0.69a	R	14.91±8.54a	R
HN2146	0.09±0.09a	R	9.40±4.53ab	R	20.00±6.35a	R
6036	0.00±0.00a	I	2.96±0.64a	R	3.70±1.02a	R
红花大金元	0.19±0.12a	R	21.76±4.35bc	MR	94.35±0.65b	HS
长脖黄	1.62±0.80a	R	31.71±1.19c	MR	90.19±4.67b	HS
翠碧一号	1.20±0.41a	R	31.48±1.05c	MR	85.83±2.97b	HS

2.2 2021 年各品种对烟草青枯病的抗性表现

2021 年各品种在重庆市彭水田间自然发病地块青枯病的发生情况如图 3 所示. 自 6 月 25 日开始, 青枯病开始零星出现, 此后发病率和病情指数逐渐升高. 感病品种“红花大金元”“长脖黄”和“翠碧一号”的发病率和病情指数均高于抗性品种. 不同抗性品种之间的青枯病抗性也存在差异, 其中抗性品种“反帝三号”“K326”“HN2146”在采收前期(8 月 7 日)至采收末期(8 月 22 日)的发病率和病情指数显著提高, 抗性品种整体的发病率和病情指数从大到小依次为“反帝三号”“HN2146”“K326”“6036”“岩烟 97”.

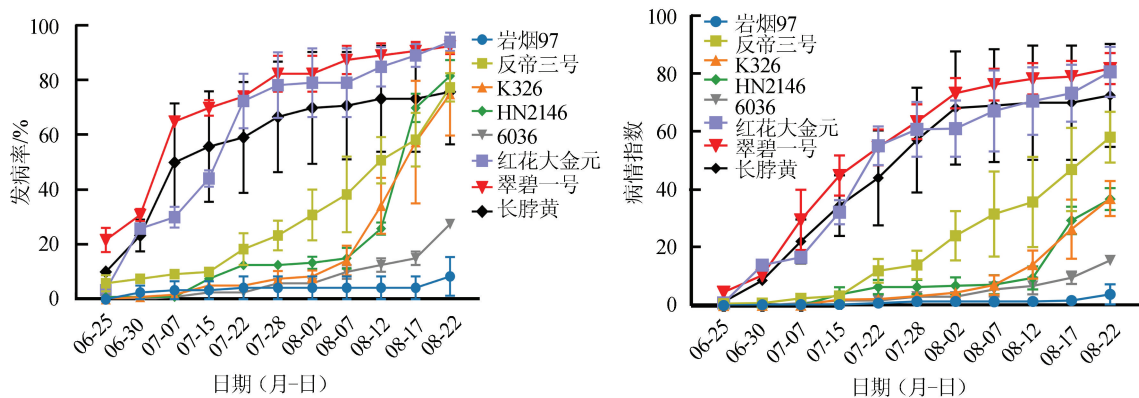


图 3 2021 年不同烟草品种青枯病发病率和病情指数

基于病情指数, 采用病程发展曲线下面积(AUDPC)对不同烟草品种在田间烟草青枯病的发生情况进行比较, 结果如图 4 所示. 结果表明, 不同抗感品种间病程发展曲线下面积差异有统计学意义, 3 个感病品种“红花大金元”“长脖黄”“翠碧一号”显著高于其他抗性品种; 抗性品种抗性从小到大依次为“反帝三号”“HN2146”“K326”“6036”“岩烟 97”, 其中“岩烟 97”和“6036”2 个品种的病程发展曲线下面积最小, 对青枯病抗性显著优于其他品种.

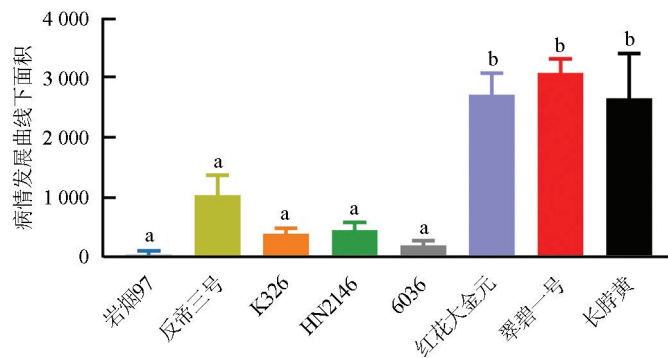


图 4 不同品种青枯病病程发展曲线下面积(病情指数)

对烟草不同发育期,进行品种抗病性评价等级划分,结果如表 3 所示.旺长期(6 月 25 日)处于烟草青枯病发病初期,各品种的发病率和病情指数均偏低,各品种表现为高抗或抗病;打顶期(7 月 15 日)处于发病中期,感病品种的病情指数显著高于抗性品种,表现为中抗或中感,抗性品种均表现为抗病;在发病高峰期(8 月 22 日),“岩烟 97”的病情指数最低,“6036”的病情指数次之,均表现为抗病,“K326”和“HN2146”表现为中抗,“反帝三号”表现为中感,长脖黄表现为感病,“红花大金元”和“翠碧一号”的病情指数显著高于其他品种,表现为高感.

表 3 不同烟草品种不同生育期的田间抗性评价结果

品种	旺长期(6 月 25 日)	抗性等级	打顶期(7 月 15 日)	抗性等级	发病高峰期(8 月 22 日)	抗性等级
岩烟 97	0.00±0.00a	I	0.37±0.37a	R	3.89±3.48a	R
反帝三号	0.65±0.33ab	R	3.33±1.37a	R	58.24±8.76cd	MS
K326	0.00±0.00a	I	2.04±0.40a	R	37.04±6.07bc	MR
HN2146	0.09±0.09a	R	3.80±2.54a	R	36.85±3.80bc	MR
6036	0.00±0.00a	I	1.76±1.62a	R	15.65±1.36ab	R
红花大金元	0.93±0.52ab	R	32.31±4.20b	MR	80.83±8.63d	HS
翠碧一号	4.63±0.81c	R	45.00±6.96b	MS	81.94±5.40d	HS
长脖黄	1.30±0.09b	R	34.54±10.53b	MR	72.69±17.83d	S

注:不同小写字母代表在  $p < 0.05$  水平上差异有统计学意义.

### 2.3 各品种连续两年的青枯病抗性总体评价

经过连续 2 年的抗性评价结果可知,在团棵期 5 份供试烟草品种均表现出较强抗性,其中“6036”在团棵期表现为高抗或免疫,病情指数为 0;在 2 年的发病高峰期(2020 年 8 月 15 日和 2021 年 8 月 22 日),均表现抗病的供试品种为“岩烟 97”和“6036”,“岩烟 97”连续 2 年的病情指数分别为 12.73 和 3.89,“6036”连续 2 年的病情指数分别为 3.70 和 15.65.

## 3 结论与讨论

为了明确不同烟草品种在武陵山区代表地区重庆市彭水县的青枯病抗性情况,本研究选取了 5 份烟草青枯病抗性资源材料进行系统性田间抗病评价.结果表明,不同烟草品种在彭水地区的抗性表现不同,当 3 份感病对照品种的病情指数均达到感病或高感等级时,5 份供试烟草品种的抗性仍较强.通过连续 2 年的抗性评价结果表明,“反帝三号”“K326”和“HN2146”在 2020 年和 2021 年的青枯病发病情况波动较大,抗性呈现不稳定的现象;“岩烟 97”和“6036”在连续 2 年的发病高峰期对青枯病的抗性最强,是较为优质、稳定的青枯病抗性种质资源,可为后续培育高抗品种及在西南地区的合理种植布局提供理论和数据支撑.

近年来因市场的需求及生态适应性的影响,我国烤烟种植产区呈现“北烟南移”的现象,西南烟区和长江中上游烟区烤烟种植面积占比呈现上升的趋势<sup>[19]</sup>.烟草青枯病的发生与流行与环境条件特别是温湿度和土壤 pH 值、理化性状密切相关<sup>[20]</sup>,我国南方烟区普遍天气变化频繁,晴天与雨天交替频繁,常出现高温高湿天气,适于青枯病菌的侵染与传播<sup>[21, 22]</sup>.因此在南方烟区常见大面积感染烟草青枯病,造成严重的经济损失.

选育抗病品种是防治烟草青枯病最为经济、有效的方法,筛选优良的抗病杂交组合则可能是抗青枯病育种的一条快速有效的捷径<sup>[16]</sup>.因此,筛选稳定且具有良好生态适应性的抗病品种至关重要.烟草对青枯病的抗性与当地气候环境条件、土壤条件、田间青枯菌的毒力型等因素密切相关,因此常出现不同年份、不同地点间的较大差异<sup>[16, 23]</sup>.本试验选择武陵山区代表性的

重庆市彭水县常年连作的烟草青枯病发病地对不同品种进行连续 2 年的青枯病抗性评价,筛选出高抗青枯病的种质资源,可为后续选育优良抗性品种作为参考.

#### 参考文献:

- [1] 袁玉波,高维常,卢顺友.土壤酸度调节对烟草农艺性状及产质量的影响[J].耕作与栽培,2021,41(4):38-42.
- [2] 滕凯,陈前锋,周志成,等.烟草连作障碍与土壤理化性质及微生物多样性特征的关联[J].微生物学通报,2020,47(9):2848-2856.
- [3] 巢进,张战泓,田峰,等.烟草黑胫病防控技术研究进展[J].湖南农业科学,2016(8):120-122.
- [4] 李俊领,马晓寒,张豫丹,等.土壤微生物与烟草青枯病发生关系的研究进展[J].生物技术通报,2020,36(9):88-99.
- [5] 汤鸣强,林天然,李小芳,等.烟草青枯病拮抗菌的分离筛选与抑菌活性物质研究[J].湖北农业科学,2021,60(18):92-96.
- [6] 施河丽,向必坤,谭军,等.烟草青枯病发病烟株根际土壤细菌群落分析[J].中国烟草学报,2018,24(5):57-65.
- [7] LIU Y, WU DS, LIU QP, et al. The Sequevar Distribution of *Ralstonia Solanacearum* in Tobacco-Growing Zones of China is Structured by Elevation[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2017, 147(3): 541-551.
- [8] 周向平,郭军,徐辉,等.生防菌剂在烟草青枯病防治中的应用[J].湖南农业科学,2014(24):38-39,43.
- [9] 韩松庭,丁伟.烟草青枯病的化学防治研究进展[J].植物医生,2019,32(5):20-25.
- [10] 冯永新,关辉,靳彦峰,等.短小芽孢杆菌与化学杀细菌剂协同防治烟草青枯病研究[J].中国烟草科学,2021,42(4):44-49.
- [11] 刘勇,秦西云,李文正,等.抗青枯病烟草种质资源在云南省的评价[J].植物遗传资源学报,2010,11(1):10-16.
- [12] 张敏.生态条件对四川烤烟主产区部分香气物质含量及相关基因表达的影响[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [13] 陈代明,江其朋,张世渠,等.影响烟草青枯病发生的关键气象因子分析[J].植物医生,2020,33(1):39-44.
- [14] 王敏,刘勇,李梅云,等.云南省烟草上青枯雷尔氏菌的致病力、生化型和致病型研究[J].西南农业学报,2009,22(3):636-640.
- [15] 马文广,周义和,刘相甫,等.我国烤烟品种的发展现状及对策展望[J].中国烟草学报,2018,24(1):116-122.
- [16] 刘勇,范江,李永平.烟草抗青枯病育种研究进展[J].中国烟草学报,2012,18(6):93-99.
- [17] 徐进,许景升,张昊,等.烟草品种青枯病抗性的组培苗接种鉴定方法研究[J].中国烟草科学,2016,37(5):51-56.
- [18] 孙学永,周应兵,杨华应,等.烟草种质抗青枯病鉴定及其抗性分类[J].中国烟草学报,2011,17(3):61-66,88.
- [19] 闫新甫,孔劲松,罗安娜,等.近 20 年全国烤烟产区种植规模消长变化分析[J].中国烟草科学,2021,42(4):92-101.
- [20] MAHMOOD R, BASHIR U. Relationship Between Soil Physicochemical Characteristics and Soil-Borne Diseases [J]. *Mycopath*, 2011, 9(2): 87-93.
- [21] 魏国胜,周恒,朱杰,等.土壤 pH 值对烟草根茎部病害的影响[J].江苏农业科学,2011,39(1):140-143.
- [22] 刘宪臣.温湿度对烟草青枯病发生的影响及调控技术研究[D].重庆:西南大学,2014.
- [23] 方树民,纪成灿,顾钢,等.烟草青枯病菌生理分化的研究[J].中国烟草学报,1998,4(1):38-43.