

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2024.05.010

重庆地区不同烟草品种抗青枯病评价及品质分析

杜霞¹, 周东波², 黄继宁², 杨磊², 王成伟²,
彭宇², 王丹³, 张琳丽³, 蒲文宣²

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;
2. 湖南中烟工业有限责任公司, 长沙 410019;
3. 重庆西农植物保护科技开发有限公司, 重庆 400715

摘要: 为筛选出适合重庆地区种植的抗青枯病且高产优质的烟草品种, 本研究 2020—2021 年在重庆烟区系统探究了不同烤烟品种对青枯病的抗性特征, 并评价了烟叶品质和产量。试验结果表明, 不同供试品种对重庆地区的适应性不同, 烟草品种的抗青枯病等级差异和产质性状差异均存在品种特性和年际效应。从抗青枯病方面分析, 烟草品种“YK1833”“FJ1604”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”“G27”和“6036”不同时期抗青枯病特性稳定, 均表现为高抗或抗病。从产量方面分析, 2020 年每 666.7 m² 产量和上等烟叶产量均较高的品种有 5 个, 分别为“K326”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”“6036”; 2021 年每 666.7 m² 产量和上等烟叶产量均较高的品种有 5 个, 分别为“HB1709”“YK1833”“HN2146”“09-18-3”“6036”。从品质方面分析, 所有品种的总糖及还原糖水平均高于适宜范围, 其余指标在不同年份下表现不同, 其中两年里“HB1709”“YK1833”“FJ1604”的综合品质表现较为稳定。综上, 筛选出适合重庆地区种植的抗青枯病且高产优质的烟草品种为“6036”, 品质上的个别缺点可通过栽培方式、土壤调理等途径改善。

关键词: 烟草青枯病; 烟草品种; 抗性评价;
产量; 品质

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(2024)05-0080-08

Evaluation of Resistance to Bacterial Wilt and Quality Analysis of Different Tobacco Varieties in Chongqing

收稿日期: 2023-12-06

基金项目: 湖南中烟工业有限责任公司科技项目(KY2023YC0002)。

作者简介: 杜霞, 硕士, 主要从事土壤调理方面的研究。

通信作者: 蒲文宣, 硕士, 农艺师。

DU Xia¹, ZHOU Dongbo², HUANG Jining², YANG Lei²,
WANG Chengwei², PENG Yu², WANG Dan³,
ZHANG Linli³, PU Wenxuan²

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

2. Chinese Tobacco Hunan Industrial Corporation, Changsha 410019, China;

3. Chongqing Xinong Plant Protection Technology Development Co. LTD, Chongqing 400715, China

Abstract: To screen the high-yield and high-quality tobacco varieties with resistance to bacterial wilt and suitable for planting in Chongqing, the resistance characteristics of different flue-cured tobacco varieties to bacterial wilt were systematically investigated, and leaf quality and yield were evaluated in Chongqing tobacco production area from 2020 to 2021. The results showed that the adaptability of different tobacco varieties to Chongqing area was different, and the difference in resistance to bacterial wilt and yield traits of tobacco varieties had a variety characteristic and inter-annual effect. In terms of resistance to bacterial wilt, tobacco varieties ‘YK1833’ ‘FJ1604’ ‘2014-502’ ‘2015-614’ ‘Guiyan 14’ ‘G27’ and ‘6036’ showed stable resistance to bacterial wilt at different growth stages in two years, with high resistance or resistance. In terms of yield, there were 5 varieties with higher yield and yield of superior leaf in 2020, including ‘K326’ ‘2014-502’ ‘2015-614’ ‘Guiyan 14’ and ‘6036’. There were 5 varieties with high yield and yield of superior leaf in 2021, namely ‘HB1709’ ‘YK1833’ ‘HN2146’ ‘09-18-3’ and ‘6036’. In terms of quality, the contents of total sugar and reduced sugar of all varieties were much higher than the suitable range, and the other indicators showed different performances in different years. Among them, the comprehensive quality performance of ‘HB1709’ ‘YK1833’ and ‘FJ1604’ was relatively stable in two years. In conclusion, the variety ‘6036’ with resistance to bacterial wilt, high yield and high quality was selected as suitable cultivar for planting in Chongqing. Some defects in quality could be improved by cultivation methods and soil conditioning.

Key words: bacterial wilt; tobacco varieties; resistance evaluation; yield; quality

由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的青枯病在世界范围内广泛传播,是危害严重且难以防治的毁灭性土传病害之一,作为我国重要经济作物的烟草深受其害,青枯病严重制约了烟叶产量和质量的提升^[1-3].在我国,烟草青枯病分布广泛,并逐渐向北以及高海拔冷凉地区迁移,且发生越来越严重,其中四川、重庆、湖北、湖南、贵州、云南烟区危害更为严重,造成了重大的损失,已经成为烟草生产中亟待解决的关键流行性病害^[4-5].大量研究发现,要控制青枯病的蔓延,需从土壤调理^[6-9]、抗病品种选育^[10-12]和栽培措施规范^[5, 13-14]等方面入手.其中,种植抗病品种是防治烟草青枯病最经济、最有效的途径,寻找青枯病新抗原,尤其是我国地方品种抗原,评价其田间适应性,对筛选优良的育种材料、充分挖掘我国特有的优异抗青枯病遗传育种材料以及推动我国烟草抗青枯病育种利用至关重要^[10, 15-16].

本研究拟在同一生态条件下对多个烤烟品种进行田间比较试验,通过评价其抗青枯病特性、烟叶品质和产量,筛选出适合重庆当地气候特点且品质优良的烤烟品种,以期为重烟区的烤烟品种优化布局和新品种推广应用提供参考.

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2020—2021年在重庆市彭水县润溪基地单元(29°8′ N, 107°56′ E)进行,选取较为

平整地块,设立“烟草品种抗青枯病研究试验区”,分为发病区(田间病圃)与健康区(未发生青枯病区域),发病区用于田间青枯病抗性评价,健康区用于烟叶品质和产量评价。

试验采用单因素随机区组设计,2020年评价12个烟草品种,2021年评价14个烟草品种,供试材料见表1,每个品种设置3个小区,2020年小区面积50 m²,约含80株烟,2021年小区面积25 m²,约含40株烟。两年试验所用烟苗均采用漂浮育苗,移栽后按当地种植烟草相关技术标准进行统一大田管理,中心花开放打顶,用12.5%氟节胺EC控制腋芽。

表1 供试烟草品种及来源

编号	品种名称	提供单位	2020年	2021年
1	K326	中国烟草总公司青州烟草研究所	√	√
2	HB1709	湖北省烟草科学研究院	√	√
3	YK1833	广东省农业科学研究院	√	√
4	HN2146	中国烟草总公司湖南省公司	√	√
5	FJ1604	福建中烟工业有限责任公司	√	√
6	2014-502	安徽中烟工业有限责任公司	√	√
7	2015-614	安徽中烟工业有限责任公司	√	√
8	09-18-3	湖南中烟工业有限责任公司	√	√
9	S17	云南烟草科学研究院	√	√
10	贵烟14	贵州省烟草科学研究所	√	√
11	G27	贵州省烟草科学研究所	√	√
12	6036	贵州省烟草科学研究所	√	√
13	22-326	云南烟草科学研究院	○	√
14	YK2003	广东省农业科学院	○	√

注:“√”表示当年种植该品种,“○”表示当年未种植该品种。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 病害调查和抗性评价

在烟草团棵期、打顶期和发病高峰期(根据各个地方的发病情况而定),参照《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008)对田间烟草青枯病进行调查与分级,并计算发病率和病情指数。

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

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

参考《烟草品种抗病性鉴定》(GB/T 23224—2008)对各个品种进行抗性评价。品种抗病性评价标准为: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。

1.2.2 品质性状评价

于中部叶成熟期,取第12~14叶位(中部叶)烘烤.参与品质性状鉴定的每个品种取调制后C3F烟叶样品2~3 kg,送至湖南中烟进行烤后烟叶C3F化学成分鉴定.

1.2.3 产值性状评价

待参试品种的全部烟叶采烤后,分级称重.

1.3 数据处理与统计学分析

采用Microsoft Excel 2016和SPSS 27.0软件对数据进行统计分析;采用单因素(one-way ANOVA)和Duncan法进行方差分析和多重比较($\alpha=0.05$).

2 结果与分析

2.1 不同烟草品种的病情指数和抗性比较

2020年评价的烟草品种团棵期为6月11日,打顶期为7月13日,发病高峰期出现在8月15日.由试验结果可知,“YK1833”在团棵期、打顶期、发病高峰期均表现为高抗;“FJ1604”“贵烟14”“G27”和“6036”在团棵期均表现为高抗,在打顶期和发病高峰期表现为抗病;“K326”“HN2146”“2014-502”“2015-614”和“09-18-3”在团棵期、打顶期、发病高峰期均表现为抗病;“HB1709”和“S17”在团棵期和打顶期表现为抗病,发病高峰期表现为中度抗病(表2).

表2 2020年不同发育期烟草品种青枯病病情指数和抗病等级

品种	团棵期	抗病等级	打顶期	抗病等级	发病高峰期	抗病等级
K326	0.23±0.23a	R	2.22±0.69d	R	14.91±8.54c	R
HB1709	0.19±0.19a	R	10.00±2.42a	R	28.15±2.79a	MR
YK1833	0.00±0.00a	I	0.00±0.00e	I	0.00±0.00e	I
HN2146	0.09±0.09a	R	9.40±4.53a	R	20.00±6.35b	R
FJ1604	0.00±0.00a	I	2.22±0.32d	R	3.33±1.43de	R
2014-502	0.05±0.05a	R	4.68±0.36c	R	20.00±6.35b	R
2015-614	0.09±0.05a	R	2.08±0.45d	R	3.10±0.99de	R
09-18-3	0.09±0.05a	R	3.80±1.90cd	R	6.85±3.43d	R
S17	0.42±0.14a	R	7.08±1.05b	R	27.64±13.69a	MR
贵烟14	0.00±0.00a	I	2.96±0.64d	R	6.85±3.43d	R
G27	0.00±0.00a	I	0.14±0.14e	R	0.19±0.19e	R
6036	0.00±0.00a	I	2.96±0.64d	R	3.70±1.02de	R

注:小写字母不同表示组间数据比较差异有统计学意义($p<0.05$).

2021年评价的烟草品种团棵期为6月25日,打顶期为7月15日,发病高峰期出现在8月22日.由试验结果可知,“FJ1604”“2015-614”“G27”“6036”和“YK2003”均在团棵期表现为高抗,在打顶期和发病高峰期表现为抗病;“YK1833”“2014-502”和“贵烟14”在团棵期、打顶期、发病高峰期均表现为抗病;“HN2146”和“09-18-3”在团棵期和打顶期表现为抗病,发病高峰期表现为中度抗病.“K326”和“22-326”在团棵期表现为高抗,打顶期表现为抗病,发病高峰期表现为中度抗病.“HB1709”和“S17”在团棵期和打顶期表现为抗病,发病高峰期表现为中度感病(表3).

表3 2021年不同发育期烟草品种青枯病情指数和抗病等级

品种	团棵期	抗病等级	打顶期	抗病等级	发病高峰期	抗病等级
K326	0.00±0.00a	I	2.04±0.40b	R	37.04±6.07c	MR
HB1709	0.37±0.09a	R	0.46±0.19c	R	53.43±15.81a	MS
YK1833	0.19±0.09a	R	2.69±1.13b	R	12.59±3.85de	R
HN2146	0.09±0.09a	R	3.80±2.54a	R	36.85±3.80c	MR
FJ1604	0.00±0.00a	I	0.56±0.42c	R	16.11±3.94de	R
2014-502	0.19±0.09a	R	2.31±0.88b	R	17.50±4.78de	R
2015-614	0.00±0.00a	I	0.74±0.40c	R	10.19±2.98e	R
09-18-3	0.28±0.16a	R	1.30±0.61c	R	33.24±5.18cd	MR
S17	0.09±0.09a	R	4.07±0.40a	R	40.65±2.73b	MS
贵烟 14	0.09±0.09a	R	1.11±1.11c	R	8.61±1.53e	R
G27	0.00±0.00a	I	1.02±0.74c	R	17.22±6.19de	R
6036	0.00±0.00a	I	1.76±1.62c	R	15.65±1.36de	R
22-326	0.00±0.00a	I	0.83±0.83c	R	22.69±19.10d	MR
YK2003	0.00±0.00a	I	0.65±0.33c	R	4.35±2.75e	R

注：小写字母不同表示组间数据比较差异有统计学意义($p < 0.05$)。

由试验结果可见，2020—2021年这两年里，烟草品种“YK1833”“FJ1604”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”“G27”和“6036”不同时期抗青枯病特性稳定，均表现为高抗或抗病。

2.2 不同烟草品种产量比较

供试烟草品种的产量和各等级烟叶比例不仅存在品种差异，还存在年际差异，如表4、表5所示。整体上看，每666.7 m²产量在110 kg左右，但2020年产量分布范围较大，每666.7 m²产量为73.98~150.65 kg，每666.7 m²产量高于110.0 kg的品种有“K326”“HN2146”“2014-502”“2015-614”和“贵烟 14”；2021年，每666.7 m²产量分布在98.90~129.70 kg，每666.7 m²产量高于110.0 kg的品种有“K326”“YK1833”“FJ1604”“2015-614”“S17”“G27”“6036”“22-326”和“YK2003”。

2020年上等烟叶比例普遍高于2021年，2020年上等烟叶占比分布范围在25.67%~57.21%，其中占比较高的品种有“K326”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”“G27”和“6036”；2021年上等烟叶占比为3.85%~47.30%，其中占比较高的品种有“HB1709”“YK1833”“HN2146”“09-18-3”和“6036”。

综合每666.7 m²产量和上等烟叶占比可知，2020年“K326”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”和“6036”表现较好，2021年“HB1709”“YK1833”“HN2146”“09-18-3”和“6036”表现较好。

表4 2020年不同烟草品种产量比较

品种	每666.7 m ² 产量/kg	各等级烟叶比例/%		
		上等	中等	下等
K326	122.98±12.18c	57.21	29.89	12.90
HB1709	85.62±8.97ef	41.84	39.91	18.25
YK1833	97.22±10.48de	25.67	49.33	25.00
HN2146	114.28±10.51c	38.91	41.10	19.99
FJ1604	104.51±8.64d	41.40	29.15	29.45
2014-502	150.65±9.15a	47.88	29.87	22.25
2015-614	127.13±10.77bc	48.87	38.03	13.10
09-18-3	73.98±9.55f	29.10	48.84	22.06
S17	107.32±8.87cd	30.40	42.94	26.66
贵烟 14	137.78±10.48b	45.03	40.62	14.35
G27	74.01±9.84f	47.31	32.81	19.88
6036	109.12±11.22cd	50.71	13.26	36.03

注：小写字母不同表示组间数据比较差异有统计学意义($p < 0.05$)。

表5 2021年不同烟草品种产量比较

品种	每 666.7 m ² 产量/kg	各等级烟叶比例/%		
		上等	中等	下等
K326	110.00±13.13c	7.42	47.09	45.49
HB1709	98.90±11.09d	47.30	32.32	20.38
YK1833	129.70±8.16a	38.40	19.38	42.22
HN2146	101.10±12.58d	25.80	44.96	29.24
FJ1604	121.30±8.00ab	3.85	53.32	42.83
2014-502	102.60±8.47d	19.15	47.81	33.04
2015-614	123.20±10.31ab	11.85	51.76	36.39
09-18-3	107.70±8.81c	31.39	53.74	14.87
S17	126.50±9.38a	12.46	66.48	21.06
贵烟 14	104.80±11.49cd	5.53	51.54	42.93
G27	118.40±9.75b	13.14	61.57	25.29
6036	113.10±11.71bc	26.79	58.24	14.97
22-326	110.20±10.76c	19.44	42.29	38.27
YK2003	110.50±8.89c	6.45	77.42	16.13

注:小写字母不同表示组间数据比较差异有统计学意义($p < 0.05$).

2.3 不同烟草品种品质比较

优质烤烟化学成分的适宜值范围为:总糖 20%~26%,还原糖 18%~22%,总植物碱 1.8%~2.8%,总氮 1.5%~3.5%,氯 0.3%~0.8%,二氧化钾 1.5%~3.5%.质量好的烟叶氮碱比值应小于 1,0.8~0.9 为好;糖碱比为 8~12,比值接近 10 时质量最好;钾氯比是综合评价烤烟燃烧性的指标,比值大于 4 适宜^[17].

对采收的不同烟草品种烤后烟叶 C3F 化学成分进行鉴定,结果显示不同烟草品种烤后烟叶 C3F 化学组成存在品种与年际差异.其中,总糖与还原糖水平整体偏高,2020 年总糖质量分数为 27.63%~36.73%,还原糖质量分数为 24.29%~31.89%,2021 年总糖质量分数为 31.90%~37.80%,还原糖质量分数为 26.55%~30.47%.总碱质量分数整体趋势表现为 2020 年高于 2021 年,2020 年除“YK1833”“HN2146”“2014-502”和“6036”外,其余品种总碱质量分数均在适宜范围,其中“HN2146”和“6036”总碱质量分数略大于 2.8%;2021 年,除“HN2146”“2015-614”“G27”和“6036”,其余品种总碱质量分数均在适宜范围,其中“2015-614”和“G27”总碱质量分数略小于 1.8%.氯质量分数整体偏低,2020 年仅有“K326”“S17”和“贵烟 14”氯质量分数在适宜范围,“HB1709”“YK1833”“HN2146”和“FJ1604”质量分数略小于 0.3;2021 年仅有“FJ1604”的质量分数在适宜范围,“HB1709”和“YK1833”质量分数略小于 0.3.2020 年钾质量分数为 1.95%~2.91%,钾氯比为 3.17~129.93;2021 年钾质量分数为 1.25%~2.54%,钾氯比为 5.98~50.80.两年大多数参试烟草品种的总氮质量分数基本均处于正常范围内.氮碱比两年检测结果大多数小于 1,其中 2020 年“2015-614”“G27”氮碱比的处在最优范围内,“HB1709”略小于 0.8;2021 年“FJ1604”“S17”和“G27”处在最优范围内,“HB1709”略小于 0.8.糖碱比大部分品种两年的数值处于正常范围.两年里“HB1709”“YK1833”和“FJ1604”的综合品质表现较为稳定(表 6、表 7).

表6 2020年不同烟草品种烤后烟叶C3F化学成分变化

品种	总糖/%	还原糖/%	总碱/%	总氮/%	氯/%	钾/%	氮碱比	糖碱比	钾氯比
K326	36.73	31.08	2.36	1.70	0.33	2.24	0.72	13.19	6.78
HB1709	35.23	27.73	2.52	1.97	0.23	2.40	0.78	10.99	10.44
YK1833	33.93	28.58	3.33	2.06	0.23	2.30	0.62	8.59	10.01
HN2146	32.93	28.24	2.92	1.84	0.25	2.21	0.63	9.68	8.86
FJ1604	32.43	27.76	2.69	1.84	0.22	2.56	0.68	10.30	11.63
2014-502	31.73	24.83	3.60	2.06	0.10	1.96	0.57	6.89	19.58
2015-614	31.63	24.29	2.46	2.08	0.04	2.91	0.84	9.87	72.74
09-18-3	31.53	27.93	2.66	1.85	0.07	2.61	0.69	10.51	37.33
S17	31.33	26.71	2.75	1.99	0.45	1.95	0.73	9.73	4.34
贵烟 14	30.53	31.89	2.43	1.79	0.34	2.23	0.74	13.11	6.56
G27	29.43	27.50	2.03	1.70	0.85	2.70	0.84	13.57	3.17
6036	27.63	25.61	3.12	2.01	0.02	2.60	0.64	8.22	129.93

表7 2021年不同烟草品种烤后烟叶C3F化学成分变化

品种	总糖/%	还原糖/%	总碱/%	总氮/%	氯/%	钾/%	氮碱比	糖碱比	钾氯比
K326	34.80	28.51	2.47	1.60	0.18	2.07	0.65	11.54	11.50
HB1709	36.50	27.82	2.01	1.58	0.27	1.84	0.79	13.84	6.81
YK1833	36.00	29.58	2.48	1.79	0.24	1.87	0.72	11.93	7.79
HN2146	37.80	30.47	1.32	1.44	0.15	2.11	1.09	23.08	14.07
FJ1604	34.40	28.69	1.93	1.63	0.40	2.39	0.84	14.87	5.98
2014-502	33.70	26.66	2.26	1.67	0.18	2.16	0.74	11.8	12.00
2015-614	31.90	27.24	1.76	1.78	0.09	2.50	1.01	15.48	27.78
09-18-3	32.40	26.85	2.55	1.80	0.05	2.54	0.71	10.53	50.80
S17	35.00	26.55	2.05	1.75	0.16	1.25	0.85	12.95	7.81
贵烟 14	35.20	29.49	2.62	1.72	0.12	2.38	0.66	11.26	19.83
G27	35.50	28.56	1.65	1.35	0.19	2.09	0.82	17.31	11.00
6036	34.60	26.98	1.53	1.64	0.13	2.30	1.07	17.63	17.69
22-326	37.80	28.62	1.91	1.37	0.15	1.90	0.72	14.98	12.67
YK2003	34.70	30.09	2.16	1.56	0.15	2.26	0.72	13.93	15.07

3 结论与讨论

烟草青枯病是一种典型的维管束病害,最显著的症状是枯萎,一旦发病即可造成全株死亡,对烟草的产量和质量影响极大^[18]. 培育和应用抗病品种是迄今防治青枯病最有效的途径,筛选抗病种质资源是抗病育种的基础工作^[19-21]. 本试验通过对不同时期各品种烟草青枯病发病情况进行调查,发现不同品种在各个调查时期的发病率和病情指数存在明显差异,不同供试品种自然发病苗圃内抗性差异明显. 综合两年的评价结果来看,连续两年表现为抗病品种的供试材料为“YK1833”“FJ1604”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”“G27”和“6036”,另外,2021年新评价的品种“YK2003”抗性也较好,在发病高峰期时病情指数仅为 4.35.

烟草产量是保障烟农经济利益以及满足市场需求的基本指标^[22-23]. 本试验对两年内共计 14 个品种的产量以及各等级烟叶的比例进行调查后发现:2020 年每 666.7 m² 产量和上等烟叶产量均较高的品种有 5 个,分别为“K326”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”和“6036”;2021 年每 666.7 m² 产量和上等烟叶产量均较高的品种有 5 个,分别为“HB1709”“YK1833”“HN2146”“09-18-3”和“6036”. 结合青枯病抗性综合分析后,2020 年筛选出高产抗病品种有 5 个,分别为“K326”“2014-502”“2015-614”“贵烟 14”和“6036”;2021 年筛选出的高产抗病品种有 2 个,分别

为“YK1833”和“6036”。

优良的烟草品质是提升经济效益的有效途径。通过对两年内不同品种烤后烟叶 C3F 化学组成进行分析发现,所有品种的总糖以及还原糖含量均远高于适宜范围,其余指标在不同年份表现不同,两年里“HB1709”“YK1833”和“FJ1604”的综合品质表现较为稳定。其次,大部分筛选出的高产抗病品种具有氯含量低于适宜范围、糖碱比高于适宜范围的情况,这可能与重庆特殊的气候条件和地理位置有关,可以通过改变栽培方式、土壤调理来降低总糖、还原糖,增加氯含量^[24-25]。

参考文献:

- [1] 王建林,王珍珍,秦平伟,等.基于微生态调控的烟草青枯病绿色防控技术的应用研究——以重庆市彭水县润溪乡白果坪村为例[J].植物医学,2023,2(1):110-116.
- [2] 龚杰,刘慧迪,刘颖,等.不同烟草品种在重庆市彭水地区的青枯病抗性比较[J].植物医学,2022,1(1):61-67.
- [3] JIANG G F, WEI Z, XU J, et al. Bacterial Wilt in China: History, Current Status, and Future Perspectives [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2017, 8: 1549.
- [4] 丁伟,刘颖,张淑婷.中国烟草青枯病志[M].北京:科学出版社,2018.
- [5] 丁伟,刘颖,李石力,等.烟草青枯病的病原特性及流行预警[J].植物医生,2020,33(2):1-10.
- [6] 姬佳旗.牡蛎壳粉调节土壤 pH 及控制烟草青枯病的效果研究[D].重庆:西南大学,2020.
- [7] 梁依佳,余偲,王垚,等.贵州烟区青枯病发病土壤与健康土壤理化性质差异分析[J].植物医学,2023,2(1):75-81.
- [8] 章文水,张瀛,王雪仁,等.不同土壤改良措施对植烟土壤理化性状及烟草青枯病的影响[J].中国烟草科学,2019,40(2):16-22.
- [9] 樊俊,谭军,王瑞,等.烟草青枯病发病土壤理化性状及细菌群落结构分析[J].中国烟草科学,2021,42(6):15-21.
- [10] 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.
- [11] 孙计平,吴照辉,李雪君,等.21世纪中国烤烟种植区域及主栽品种变化分析[J].中国烟草科学,2016,37(3):86-92.
- [12] 张海玲.烟草青枯病抗性评价方法的建立与不同抗性材料的转录组分析[D].广州:广州大学,2023.
- [13] 祖庆学,聂忠扬,林松,等.新形势下烟草青枯病发生特点与防治技术措施[J].植物医学,2022,1(1):90-96.
- [14] 敖若寅,王姣,纪成隆,等.烟草青枯病田间识别及农业预防措施[J].植物医生,2018,31(10):39-41.
- [15] 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.
- [16] 李世斌,耿锐梅,肖志亮,等.烟草青枯病抗性育种研究进展[J/OL].分子植物育种,1-11[2024-03-26].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20230315.1541.004.html>.
- [17] 申国明,时鹏,向德恩,等.恩施烟区烤烟主要化学成分适宜指标研究[J].中国烟草科学,2011,32(S1):12-16.
- [18] 秦小芳.广西烟草青枯病发病程度调查及影响因素分析[D].南宁:广西大学,2022.
- [19] 耿锐梅,程立锐,刘旦,等.烟草青枯病抗性遗传效应分析[J].中国烟草科学,2019,40(4):7-13.
- [20] 王思齐,李海洋,李荣华,等.烟草青枯病抗病的动态 QTL 分析[J].中国烟草科学,2020,41(3):1-8.
- [21] 方敦煌,焦芳婵,卢灿华,等.烟草青枯病抗性的主基因+多基因混合遗传分析[J].分子植物育种,2023,21(18):6072-6079.
- [22] 成志军,黄继宁,苏祥云,等.“湘烟7号”对青枯病的抗性鉴定与品质分析[J].植物医学,2023,2(1):50-56.
- [23] 颜成生,黄景崇,彭金良,等.4个烤烟品种农艺性状与经济特性研究[J].湖南农业科学,2012(11):11-13,25.
- [24] 李理想,江厚龙,张艳,等.施用侧孢短芽孢杆菌对烟草根际微生态及产量和品质的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2023,49(2):159-164.
- [25] 赵会纳,高少凡,陈鹏,等.烟草碳氮代谢及其与烟草品质、抗逆性的关系研究进展[J].江西农业学报,2023,35(6):10-15.