

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2025.03.008

攀枝花烟田烟粉虱生物型的鉴定及药剂控制效果研究

白加林¹, 张莉鑫², 刘余¹, 汉娜², 张森²,
潘彦心², 王正兵¹, 叶田会¹,
陈立波¹, 江其朋², 刘颖²

1. 中国烟草总公司四川省公司攀枝花市公司, 四川 攀枝花 617000;

2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715

摘 要: 针对攀枝花盐边县菜-烟互作种植模式下田间烟粉虱虫口基数大且危害严重的问题, 采用田间调查和小区试验相结合的方法, 明确了攀枝花盐边地区菜-烟互作区主要烟粉虱生物型为 B 型, 评估了不同化学药剂叶面喷雾处理对烟田烟粉虱的防控效果以及对烟草花叶病毒病发生的影响, 筛选出适用于攀枝花烟-菜互作种植模式下防控田间烟粉虱的药剂组合, 其中以 5% 虱螨脲乳油 400 倍液与 20% 吡虫啉悬浮剂 400 倍液联合施用对烟粉虱的防控效果最佳, 第二次药剂处理后 10 d 对烟粉虱的防效可达 57.59%, 对烟草花叶病毒病的防效达 42.37%, 且药剂处理对烟株打顶后 7 d 的株高、茎围和最大叶面积等农艺性状有较为显著的促进效果。结果旨在为攀枝花烟草健康栽培提供材料支撑。

关 键 词: 烟粉虱; 化学防治; 烟草花叶病毒病;

虱螨脲; 吡虫啉

中图分类号: S433.3

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2025)03-0067-10

Identification of *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biotype in Panzhihua and Study of the Control Effects of Pesticides

BAI Jialin¹, ZHANG Lixin², LIU Yu¹, HAN Na²,
ZHANG Miao², PAN Yanxin², WANG Zhengbin¹, YE Tianhui¹,
CHEN Libo¹, JIANG Qipeng², LIU Ying²

收稿日期: 2024-06-11

基金项目: 中国烟草总公司四川省公司科技专项项目“基于微生态调控的攀枝花烟草健康栽培关键技术研究与应用”(SCYC202208)。

作者简介: 白加林, 助理农艺师, 主要从事烟草栽培及植物保护技术研究。

通信作者: 刘颖, 博士, 实验师。

1. Panzihua Branch, Sichuan Branch of China National Tobacco Corporation, Panzihua, Sichuan 617000, China;

2. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Aiming at the problems of large population and serious harm of *Bemisia tabaci* in the field under vegetable-tobacco rotation planting mode in Yanbian region of Panzihua, field investigation and plot experiment were conducted, and the main biotype of the *B. tabaci* in the vegetable-tobacco rotation area of Yanbian region of Panzihua was determined to be B type. Control effect of foliar spray of different chemical agents on *B. tabaci* and occurrence of tobacco mosaic virus disease were evaluated. The effective combinations of chemical agents for the control of *B. tabaci* in vegetable-tobacco rotation field were selected, among which, the combination of 5% lufenuron cream and 20% dinotefuran suspension diluted to 400 times had the best control effect on *B. tabaci*. Control effect reached to 57.59% on *B. tabaci* and 42.37% on tobacco mosaic virus disease at 10 days after the second treatment. Moreover, the combination also showed a significant growth promoting effect on tobacco plant height, stem circumference and maximum leaf area of the plants at 7 days after topping. This study provided a material support for the healthy cultivation of tobacco in Panzihua.

Key words: *Bemisia tabaci*; chemical control; tobacco virus disease; lufenuron; dinotefuran

烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] 是一种半翅目 (Hemiptera) 粉虱科 (Aleyrodidae) 的刺吸类害虫, 广泛分布于全球除南极洲外的各大洲^[1-2], 其寄主范围广, 能在蔬菜、烟草、棉花和园林花卉等 74 个科的 500 多种作物上发生为害^[3], 1949 年在我国首次被报道^[4]。烟草是烟粉虱的重要寄主, 近年来烟粉虱在河南^[5]、山东^[6]、海南^[7]、四川^[8-10]等烟区均有报道, 其在烟草上暴发成灾, 严重影响烟草产量和质量^[11]。烟粉虱成虫主要寄生在烟叶背面, 通过刺吸烟叶韧皮部取食汁液为害, 因其繁殖力强, 发育速度快, 田间条件适宜时极短时间内就能达到很高的虫口密度, 造成植物衰弱、叶片斑驳, 甚至干枯, 影响烟株光合作用和正常生长^[12]。同时, 烟粉虱是植物病毒传播的重要媒介昆虫, 通过刺吸取食能携带和传播超过 200 种植物病毒, 造成较为严重的间接危害^[13]。

四川省攀枝花市属于我国西南高原植烟生态区, 其光热资源充足、昼夜温差大, 是我国优质清甜香型烟叶的代表产区, 但近年来烟粉虱逐渐在攀枝花烟区呈现出发生危害加重的趋势。一方面, 攀枝花干旱和高温的气候为烟粉虱的繁殖和为害提供了较为有利的条件^[14]。另一方面, 攀枝花市菜-烟互作种植模式为烟粉虱虫口的持续累积提供了有利场所, 大量且高密度种植的豇豆等蔬菜为烟粉虱从蔬菜迁飞到烤烟并造成危害提供了便利^[15-16]。蔬菜与烤烟生育期的时间和空间重叠, 直接导致在菜地累积的较大虫口基数的烟粉虱在蔬菜采收期持续且大量迁飞到烤烟田, 引起烟田烟粉虱虫口数迅速增加并维持在较高水平, 对烟株造成较大的直接危害。同时, 攀枝花烟区也是烟草花叶病毒病高发地区, 田间烟株带毒率高, 且早期症状明显, 烟田烟粉虱对烟叶的刺吸危害也可能加重了烟草花叶病毒的传播和病害的发生, 对烟株生长和烟叶质量造成间接的不利影响^[17-19]。烟粉虱高效防控问题亟待解决, 快速降低田间烟粉虱虫口数对于攀枝花烟-菜互作种植模式下的烟粉虱防控以及烟叶品质提升都具有重要意义。

本研究通过田间小区试验和数据调查, 初步明确了攀枝花盐边县菜-烟互作种植模式下田间烟粉虱的生物型, 探究了不同化学药剂叶面喷雾处理对烟田烟粉虱虫口数、烟草花叶病毒病发生以及烟株生长的影响, 旨在筛选能够快速降低田间烟粉虱虫口数并且有利于病毒病防控的化学药剂或组合, 为攀枝花烟-菜互作种植模式下烟田烟粉虱的防控和烟草健康栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用的材料及其来源如表 1 所示。

表 1 试验材料信息

材料名称	来源
22%噻虫·高氯氟悬浮剂	山东潍坊昌琦生物科技有限公司
80%烯啶·吡蚜酮水分散剂	济南泰禾化工有限公司
5%虱螨脲乳油	河南新乡市延津县正道生物有限责任公司
20%呋虫胺悬浮剂	山东恒利达生物科技有限公司
20%杀虫啉虫脒可溶液剂	山东邹平农药有限公司
Triumfi Plant Direct PCR Kit 试剂盒	北京金沙生物科技有限公司
特异性引物 1(BTQE-F 和 BTQE-R)	北京六合华大基因科技有限公司
特异性引物 2(btB477-F 和 btB477-R)	北京六合华大基因科技有限公司

1.2 试验地情况

试验于 2022 年在四川省攀枝花市盐边县红格镇和爱乡基地单元开展, 试验地经纬度: 26°30'36"N, 102°0'36"E, 海拔 2 035.9 m, 试验地烟草连作 5 年以上且烟粉虱和烟草花叶病毒病常年发生严重。

供试烟草品种为云烟 99。试验烟苗均采用漂浮育苗法进行培育, 按照四川省烟草公司攀枝花市公司制定的生产管理方案相关技术标准进行苗床和大田管理。烟苗移栽时间为 4 月 25 日, 中心花开放打顶, 打顶时间为 7 月 15 日, 用 12.5%氟节胺 EC 控制腋芽。试验地烟草种植密度: 行距 115~120 cm, 株距 55~60 cm, 平均每 667 m² 有 1 100 株左右。

1.3 试验设计

选取较为平整的地块, 划分试验小区, 实验共设 4 个处理(表 2), 每个处理 3 个重复, 共 12 个小区, 各小区面积约 50 m²、60 株烟, 按照随机区组排列各个小区。所有药剂处理方式均为叶面喷雾, 共处理 2 次, 处理时间为移栽后 60 d(6 月 25 日)和 70 d(7 月 5 日)。

表 2 田间小区试验设计

处理	处理设计
处理 1	22%噻虫·高氯氟悬浮剂 4 000 倍液+80%烯啶·吡蚜酮水分散剂 4 000 倍液
处理 2	5%虱螨脲乳油 400 倍液+20%呋虫胺悬浮剂 400 倍液
处理 3	20%杀虫啉虫脒可溶液剂 4 000 倍液
处理 4	空白对照

1.4 数据调查

1.4.1 烟株农艺性状调查

各小区选择有代表性的烟株 5 株并挂牌标记, 按《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142—2010)标准, 在打顶后 7 d 测定烟株的农艺性状, 主要包括烟株的株高、茎围、有效叶片

数、最大叶长、最大叶宽,并计算最大单叶面积。

$$\text{单叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm})$$

1.4.2 烟粉虱虫口数量调查

分别于第一次施药时(6月25日,原始虫口数)、第二次施药时(7月5日)和第二次施药后10 d(7月15日)对试验地各小区标记烟株的烟粉虱虫口数进行调查。根据以下公式计算虫口减退率。

$$\text{虫口减退率}(\%) = \frac{\text{原始虫口数} - \text{处理后虫口数}}{\text{原始虫口数}} \times 100\%$$

1.4.3 病害调查

按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/23222—2008),对烟草普通花叶病进行系统调查。根据病害的发生情况,从第一次施药当天开始,每隔5 d调查1次,连续调查4次以上。记录试验地块每个小区的发病株数及发病级数。于第一次施药时(6月25日)调查对照烟田标记的烟株烟草花叶病毒病发病级数。烟草普通花叶病毒病分级标准如下:

0级:全株无病。

1级:心叶脉明或轻微花叶,植株无明显矮化。

3级:1/3叶片花叶但不变形,或植株矮化为正常株高的3/4以上。

5级:1/3~1/2叶片花叶,或少数叶片变形,或主脉变黑,或植株矮化为正常株高的2/3~3/4。

7级:1/2~2/3叶片花叶,或变形或主侧脉坏死,或植株矮化为正常株高的1/2~2/3。

9级:全株叶片花叶,严重变形或坏死,或植株矮化为正常株高的1/2以下。

根据田间病害发生情况,计算发病率、病情指数和病情指数减退率:

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

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

$$\text{病情指数减退率}(\%) = \frac{\text{处理前病情指数} - \text{处理后病情指数}}{\text{处理前病情指数}} \times 100\%$$

根据病情指数计算相对防效:

$$\text{相对防效}(\%) = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}} \times 100\%$$

1.5 烟粉虱样品采集和生物型分子鉴定方法

对田间烟粉虱主要寄主植物上的烟粉虱进行采集,包括南瓜、菜豆和烟草。烟粉虱样品于低温条件下24 h内运送回室内进行DNA提取和特异性基因片段PCR扩增分子鉴定。烟粉虱DNA提取和特异性基因片段PCR扩增按照 *Triumfi* Plant Direct PCR Kit 试剂盒标准流程进行。对烟粉虱DNA进行提取。采用特异性引物1对Q型烟粉虱DNA进行PCR扩增鉴定,引物如下:BTQE-F: 5'-TTTAGAAACGTGCCGAAT-3'; BTQE-R: 5'-TGCTTGTCGAAGAGGGTC-3'。采用特异性引物2对B型烟粉虱DNA进行PCR扩增鉴定,引物如下:btB477-F: 5'-CTAGGGTTTATTGTTTGAG-GTCATCATCATATATTC-3'; btB477-R: 5'-AATATCGACGAGGATTCCCCCT-3'。

PCR扩增体系为25 μL ,其中2 $\times$ 试剂 Plant Direct PCR Mix, 12.5 μL ;上游引物(-R), 1.0 μL ;下游引物(-F), 1.0 μL ;目标DNA, 1.0 μL ;双蒸水, 9.5 μL 。PCR扩增程序为: {预变

性, 94 ℃, 5 min}×1 循环, {变性, 94 ℃, 30 s; 退火, 55 ℃, 30 s; 延伸, 72 ℃, 30 s/kb; 终延伸, 72 ℃, 5min}×35 循环, PCR 反应结束 4 ℃ 保存。

采用 1% 的琼脂糖凝胶电泳对 PCR 扩增产物进行检测, 电泳条件: 110 V, 30 min。

1.6 数据分析方法

利用 Excel 2019 对数据进行整理, 使用 SPSS 17.0 软件通过单因素方差分析(ANOVA)与显著性差异检验, 计算每组数据的平均值和标准误, 使用 Origin 进行绘图。

2 结果

2.1 田间烟粉虱生物型鉴定

对田间南瓜(图 1a)、菜豆(图 1b)、烤烟(图 1c)上的烟粉虱进行采集, 对田间烤烟上采集并在室内培养的烟粉虱卵、若虫和成虫形态进行拍照(图 1d,1e)。对不同作物上采集的烟粉虱进行 DNA 提取, 通过 PCR 特异性引物扩增对其生物型进行鉴定, 结果如图 1f 所示。采用 Q 型烟粉虱特异性引物(BTQE)对南瓜、菜豆、烤烟上烟粉虱 DNA 进行 PCR 扩增和电泳检测, 结果三者均无对应条带, 表明南瓜、菜豆、烤烟上未发现 Q 型烟粉虱。采用 B 型烟粉虱特异性引物(btB477)对南瓜、菜豆、烤烟上烟粉虱 DNA 进行 PCR 扩增和电泳检测, 结果三者均在 477 bp 处检测出明显条带, 表明南瓜、菜豆、烤烟上烟粉虱均为 B 型。综上所述, 攀枝花市盐边县红格镇和爱乡基地单元田间烟粉虱生物型主要为 B 型。

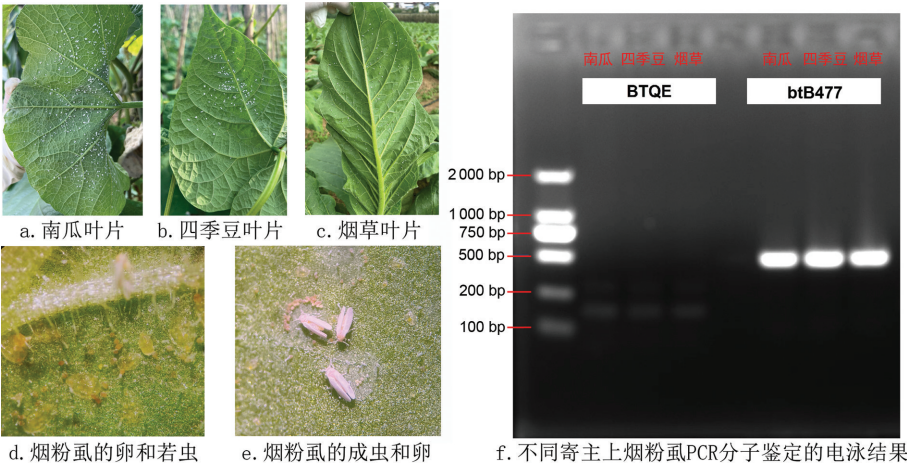


图 1 不同作物上烟粉虱形态及生物型分子鉴定

2.2 不同药剂叶面喷雾处理对烟粉虱虫口数的影响

对不同处理烟粉虱虫口数进行调查, 结果如图 2 所示。调查结果表明, 不同处理田间烟粉虱虫口基数基本一致(6 月 25 日), 为 42~59 头/株, 平均值为 50 头/株。不同药剂叶面喷雾处理均能显著降低烟田烟粉虱虫口数, 药剂处理后田间烟粉虱虫口数较施药前的降低率如表 3 所示。第一次施药后 10 d(第二次药剂处理前, 7 月 5 日), 处理 1、处理 2、处理 3 和处理 4(对照组)烟粉虱虫口数分别显著降低到 29、19、24 和 40 头/株, 较第一次药剂处理前虫口基数分别显著降低了 40.38%、60.86%、50.20%和 20.64%(表 3)。同时, 第一次药剂处理后 10 d, 处理 1、处理 2 和处理 3 烟粉虱虫口数较对照组分别显著降低了 26.17%、51.67%和 37.67%(表 4), 烟粉虱虫口数降低率由高到低依次为处理 2 >处理 3 >处理 1。

第二次施药后 10 d(7 月 15 日), 处理 1、处理 2、处理 3 和处理 4(对照组)烟粉虱虫口数分别降低到 14、9、11 和 21 头/株, 较第一次药剂处理前虫口基数分别显著降低了 71.72%、81.92%、78.03%和 58.16%(表 3)。同时, 第二次药剂处理后 10 d, 处理 1、处理 2 和处理 3 烟粉虱虫口数较对照组(处理 4)分别显著降低 33.54%、57.59%和 47.78%(表 4), 烟粉虱虫口数降低率由高到低依次为处理 2 > 处理 3 > 处理 1。

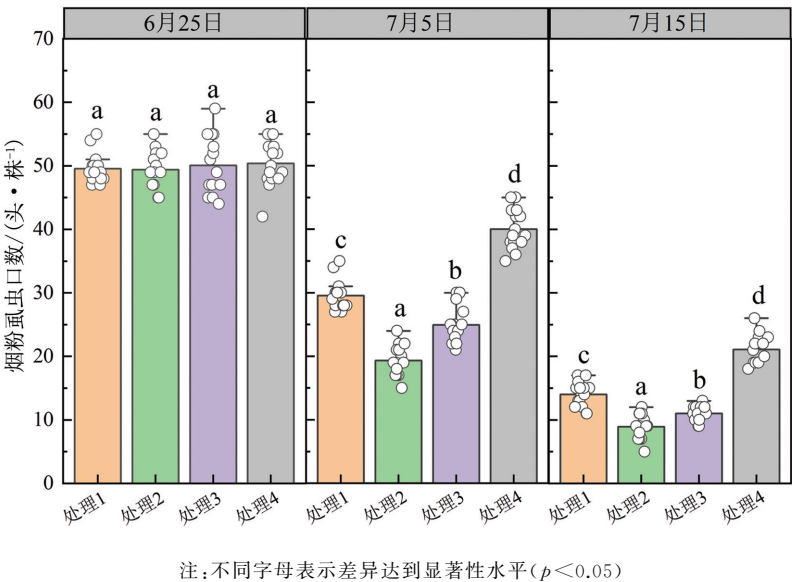


图 2 不同处理烟田烟粉虱虫口数

表 3 不同处理烟田烟粉虱虫口数较处理前的降低率 %

处理	7 月 5 日(第一次施药后 10 d)	7 月 15 日(第二次施药后 10 d)
处理 1	40.38±0.44 b	71.72±0.59 b
处理 2	60.86±1.52 d	81.92±0.94 d
处理 3	50.20±1.40 c	78.03±0.81 c
处理 4	20.64±0.72 a	58.16±1.63 a

注: 表中数字为均值±标准误, 数字后字母为差异显著性检验结果, 不同字母表表示差异达到显著性水平 ($p < 0.05$), 下同。

表 4 不同药剂叶面喷雾处理后烟田烟粉虱虫口数较对照组的降低率 %

处理	7 月 5 日(第一次施药后 10 d)	7 月 15 日(第二次施药后 10 d)
处理 1	26.17±1.45 a	33.54±0.55 a
处理 2	51.67±1.88 c	57.59±2.22 b
处理 3	37.67±1.83 b	47.78±1.98 b

整体来看, 3 种药剂或药剂组合叶面喷雾处理对烟田烟粉虱均具有较好的防除效果, 其中以 5%虱螨脲乳油 400 倍液与 20%呋虫胺悬浮剂 400 倍液联合施用效果最佳, 20%杀虫啉虫脒可溶液剂 4 000 倍液次之, 22%噻虫·高氯氟悬浮剂 4 000 倍液与 80%烯啶·吡蚜酮水分散剂 4 000 倍液相对较差。

2.3 不同药剂叶面喷雾处理对烟草花叶病毒病发生的影响

对不同处理组烟草花叶病毒病的发生情况进行调查, 结果如图 3 所示。结果显示, 第一次施药时(6 月 25 日), 处理 1、处理 2、处理 3 和处理 4 的烟草花叶病毒病病情指数平均值分别为 17.84、16.98、18.70 和 18.64, 且不同处理组病情指数无显著差异。随烟株生长, 田间烟草花叶病毒病病情指数呈降低趋势(表 5), 其中药剂处理组病情指数降低率明显高于对照组(处理 4)。第二次施药后 10 d(7 月 15 日), 处理 1、处理 2 和处理 3 烟草花叶病毒病病情指数分别较对照组(处理 4)显著降低 14.12%、42.37%和 20.99%(表 5)。

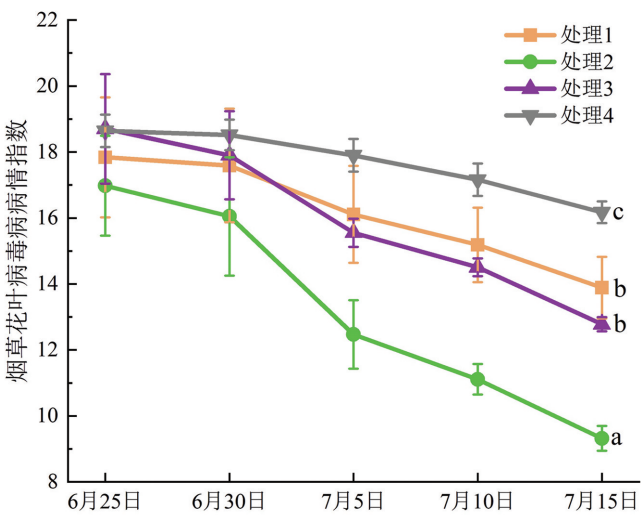


图 3 不同处理烟草花叶病毒病病情指数

表 5 不同药剂叶面喷雾处理后烟草花叶病毒病病情指数较对照组的降低率 %

处理	6 月 30 日	7 月 5 日	7 月 10 日	7 月 15 日
处理 1	5.00±9.29 a	10.00±8.21 a	11.51±6.59 a	14.12±4.42 a
处理 2	13.33±9.68 a	30.34±5.80 b	35.25±2.72 b	42.37±2.32 b
处理 3	3.33±7.22 a	13.10±2.39 a	15.47±1.57 a	20.99±1.32 a

第一次施药后 10 d(第二次施药前, 7 月 5 日), 处理 1、处理 2、处理 3 和处理 4(对照组)烟草花叶病毒病病情指数分别较第一次药剂处理时降低 9.40%、26.44%、15.70%和 3.98%(表 6), 但未达到显著性差异。第二次施药后 10 d(7 月 15 日), 处理 1、处理 2、处理 3 和处理 4(对照组)烟草花叶病毒病病情指数分别较第一次药剂处理时显著降低 21.41%、44.26%、30.80%和 13.14%(表 6), 表明药剂叶面喷雾处理防控烟粉虱对于烟草花叶病毒病也有一定的防治效果。

表 6 不同处理烟草花叶病毒病病情指数较处理前的降低率 %

处理	6 月 30 日	7 月 5 日	7 月 10 日	7 月 15 日
处理 1	1.31±0.77 a	9.40±2.41 a	14.24±4.04 ab	21.41±4.42 a
处理 2	5.81±2.01 a	26.44±1.94 b	33.86±4.47 b	44.26±5.21 b
处理 3	4.05±1.41 a	15.70±6.83 ab	21.05±8.08 ab	30.80±4.97 ab
处理 4	0.65±0.33 a	3.98±0.10 a	7.96±0.21 a	13.14±2.61 a

2.4 不同药剂叶面喷雾处理对烟草生长的影响

对不同处理组烤烟打顶后 7 d 的农艺性状进行调查(第二次施药后 17 d), 结果如表 7 所示。调查结果表明, 处理 2 和处理 3 对烟株的生长有较为明显的促进效果, 药剂处理组烤烟的株高、茎围、最大叶宽和最大叶面积均高于对照组(处理 4)。相较于对照组, 处理 2 和处理 3 烤烟的株高分别显著提升了 11.85% 和 10.83%, 茎围分别显著提升了 7.96% 和 6.44%, 最大叶面积分别显著提高了 28.15% 和 25.75%(表 7)。处理 1 各项农艺性状数值略高于对照组, 但均未达到显著性差异($p>0.05$)。

表 7 不同处理对烤烟打顶后 7 d 农艺性状的提升率

%

处理	株高	茎围	最大叶面积
处理 1	0.98±0.32 a	0.92±0.25 a	6.91±1.28 a
处理 2	11.85±2.01 b	7.96±2.22 b	28.15±3.32 b
处理 3	10.83±1.89 b	6.44±3.21 b	25.75±3.24 b

3 讨论与结论

一直以来, 化学防治^[20]、抗性品种选育^[21]、天敌昆虫的应用^[22-23]以及隔离作物的间套作^[24-25]在田间烟粉虱防控中都有较多的研究和应用, 但是抗性品种、天敌昆虫和隔离作物都存在防治周期长、技术要求高、防治效果不稳定等缺点。针对攀枝花烟-菜互作种植模式下烟田烟粉虱虫口基数大、防治需求迫切的问题, 化学防治依然是解决烟粉虱防治难题的必要手段, 高效稳定的烟粉虱防控化学药剂仍是生产所需。本研究采用田间调查和小区试验相结合的方法, 探究了不同化学药剂叶面喷雾处理对烟田烟粉虱的防控效果以及对烟草花叶病毒病发生的影响, 筛选出了适用于攀枝花烟-菜互作种植模式下防控田间烟粉虱的药剂组合。其中, 以 5% 虱螨脲乳油 400 倍液与 20% 呋虫胺悬浮剂 400 倍液联合施用对烟粉虱的防控效果最佳, 第二次施药后 10 d 对烟粉虱的防效可达 57.59%(表 4), 同时对烟草花叶病毒病也有明显防治效果, 第二次施药后 10 d 的防效为 42.37%(表 5), 且药剂处理后烟株打顶后 7 d 的农艺性状有较为显著的促进效果(表 7)。目前, 尚没有关于呋虫胺防控烟草烟粉虱的研究报道, 但该药剂广泛用于蔬菜^[26]和瓜类^[27]上烟粉虱的防控, 具备较好的防控效果。虱螨脲在烟粉虱防控方面也尚未见报道, 但该药对草地贪夜蛾^[28]和柑橘全爪螨^[29]上均有较好的防效。呋虫胺和虱螨脲在蔬菜和水果上应用均具有较高的安全性, 二者联合施用在防控烟田烟粉虱和病毒病方面具有较好的应用前景, 这为今后的攀枝花烟草健康栽培提供了材料支撑。

本研究发现, 在药剂叶面喷雾防除烟粉虱后, 田间烟草花叶病毒病病情指数也随之显著降低, 药剂处理组烟草花叶病毒病病情指数较施药前降低率明显高于对照组降低率, 表明降低烟粉虱虫口数有利于缓解田间烟草花叶病毒病, 说明烟粉虱与烟草病毒病之间存在一定关联。有研究表明, 烟粉虱与多种植物病毒病存在明显的互利互惠关系^[30-31], 如 Mayer 等^[32]的研究结果表明, 相较于健康植株, 烟粉虱在番茄花叶病毒病感病番茄上的产卵量提高了 1.5 倍以上。Jiu 等^[33]的研究发现, 烟粉虱在中国番茄黄曲叶病毒病感病烟草上取食后, 成虫的寿命、产卵量以及种群增长速度均显著提升, 进而加快了对病毒的传播, 促进了病害的流行成灾。而烟粉

虱取食感染番茄黄曲叶病毒的植株后,其体长、存活率、寿命以及产卵量都比健康植株要高^[34-35]。然而,关于烟粉虱是否可能传播烟草花叶病毒目前尚缺乏研究。烟粉虱虫口数降低后田间烟草花叶病毒病情指数降低可能与烟粉虱刺吸烟叶造成伤口而有利于烟草花叶病毒侵染有关,而烟草-烟粉虱-烟草花叶病毒的互作关系后续仍需进行深入系统的研究,以期为破解攀枝花烟-菜互作模式下烟粉虱和烟草花叶病毒互作关系、寻找更为优化的联合防控策略提供支撑。

参考文献:

- [1] 孙艳春. 烟粉虱-双生病毒-寄主植物互作及寄主植物在三者互作中的调控机制[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [2] 罗晨, 张芝利. 烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 研究概述[J]. 北京农业科学, 2000(S1): 4-13.
- [3] 周尧, 闫凤鸣. 中国粉虱科新种和新纪录(同翅目)[J]. Entomotaxonomia, 1988(S2): 243-247.
- [4] 褚栋, 张友军, 丛斌, 等. 世界性重要害虫 B 型烟粉虱的入侵机制[J]. 昆虫学报, 2004, 47(3): 400-406.
- [5] 姚尧, 周俊学, 苗圃, 等. 洛阳烟田烟粉虱隐种类型和消长动态研究[J]. 河南科学, 2024; 42(6): 797-803.
- [6] 陈鹏, 管恩森, 王大海, 等. 山东烟田烟粉虱种群消长动态和空间分布特征研究[J]. 山东农业科学, 2023, 55(1): 118-123.
- [7] 李萌, 夏长剑, 邵雨, 等. 海南植烟区烟田烟粉虱隐种分布和系统发育分析[J]. 烟草科技, 2020, 53(9): 12-17.
- [8] 闫雪梨, 闫芳芳, 李成军, 等. Q 型烟粉虱对 9 个烟草品种的趋性[J]. 中国烟草科学, 2020, 41(4): 53-57, 65.
- [9] 王勇, 王小强, 蒲德强, 等. 凉山烟田烟粉虱(MED 隐种)成虫空间分布型及序贯抽样技术[J]. 植物保护, 2018, 44(2): 129-133.
- [10] 刘东阳, 蒲德强, 刘虹伶, 等. 四川省凉山烟区烟粉虱发生规律研究[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(20): 3877-3879.
- [11] 赵文娟, 董勇浩, 李现道, 等. 不同烟草品种对烟粉虱的抗性比较[J]. 山东农业科学, 2018, 50(4): 105-107, 111.
- [12] 胡海燕, 张玉国, 刘兴军, 等. B 型烟粉虱和温室白粉虱分别为害烟草后对烟草生长特性的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(9): 114-119.
- [13] NAVAS-CASTILLO J, FIALLO-OLIVÉE, SÁNCHEZ-CAMPOS S. Emerging Virus Diseases Transmitted by Whiteflies[J]. Annual Review of Phytopathology, 2011, 49: 219-248.
- [14] 段敏, 杨念婉, 万方浩. 发育高温对烟粉虱寄生蜂雌蜂个体大小及抱卵量的影响[J]. 中国生物防治学报, 2016, 32(1): 13-18.
- [15] 万秀娟, 田朝辉, 据志君, 等. 烟粉虱嗅觉行为反应在抗烟粉虱豇豆种质筛选中的应用[J]. 中国植保导刊, 2024, 44(1): 16-19, 89.
- [16] 林克剑. B 型烟粉虱寄主选择机制及其应用的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006.
- [17] 冯长春. 攀枝花烟草病毒病综合防治技术探索与研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [18] 邵高明. 攀枝花市烟草主要病虫害调查及防控技术研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2017.
- [19] 赵付枚, 王爽, 田雨婷, 等. 甘薯病毒病发生关键因素研究[C]//植物病理科技创新与绿色防控——中国植物病理学会 2021 年学术年会论文集. 贵阳, 2021: 545.
- [20] 闫芳芳, 余伟, 徐传涛, 等. 8 种药剂防治烟草烟粉虱的田间药效试验[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(S1): 96-97.
- [21] 李萌, 李小娟, 梁栋, 等. 烟粉虱 MED 隐种对不同烟草品种的适合度比较[J]. 中国烟草科学, 2018, 39(2): 63-68.
- [22] 刘俊秀, 朱正阳, 田丽霞, 等. 东亚小花蝽携带绿僵菌防控西花蓟马和烟粉虱的效果评价[J]. 植物保护, 2023, 49(6): 310-316, 322.
- [23] 彭玉帛. 烟盲蝽和丽蚜小蜂的互作及其联合应用对烟粉虱的控害作用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2023.

- [24] 陈青, 伍春玲, 梁晓, 等. 辣椒与甜玉米间套作对 3 种传毒害虫的微生态调控效果[J]. 热带农业科学, 2024, 44(8): 1-7.
- [25] 魏佩瑶, 李英梅, 刘晨, 等. 番茄玉米间套作对烟粉虱的屏障效应及控制番茄黄化曲叶病毒病的效果[J]. 应用生态学报, 2022, 33(4): 1125-1130.
- [26] 唐镔, 余席茂, 肖昌华, 等. 湖南衡阳地区 Q 型烟粉虱药剂防效试验[J]. 上海蔬菜, 2022(1): 40-42, 50.
- [27] 毛亮, 潘卫萍, 刘萍, 等. 呋虫胺和啮虫啉对哈密瓜烟粉虱的防治效果[J]. 蔬菜, 2020(7): 50-53.
- [28] 王增霞, 周婉, 何灿, 等. 虱螨脲对草地贪夜蛾幼虫的毒力及对其几丁质含量和几丁质酶活性的影响[J]. 应用昆虫学报, 2023, 60(4): 1271-1279.
- [29] 夏梦豪, 潘登, 李传振, 等. 虱螨脲与其他药剂对柑橘全爪螨的联合毒力[J]. 植物医学, 2024, 3(2): 30-37.
- [30] CHEN G, PAN H P, XIE W, et al. Virus Infection of a Weed Increases Vector Attraction to and Vector Fitness on the Weed[J]. Scientific Reports, 2013, 3: 2253.
- [31] PAN H P, CHU D, YAN W Q, et al. Rapid Spread of Tomato Yellow Leaf Curl Virus in China Is Aided Differentially by Two Invasive Whiteflies[J]. PLoS One, 2012, 7(4): e34817.
- [32] MAYER R T, INBAR M, MCKENZIE C L, et al. Multitrophic Interactions of the Silverleaf Whitefly, Host Plants, Competing Herbivores, and Phytopathogens[J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 2002, 51(4): 151-169.
- [33] JIU M, ZHOU X P, TONG L, et al. Vector-Virus Mutualism Accelerates Population Increase of an Invasive Whitefly[J]. PLoS One, 2007, 2(1): e182.
- [34] MALUTA N K P, GARZO E, MORENO A, et al. Tomato Yellow Leaf Curl Virus Benefits Population Growth of the Q Biotype of *Bemisia Tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)[J]. Neotropical Entomology, 2014, 43(4): 385-392.
- [35] PAN H P, CHU D, LIU B M, et al. Differential Effects of an Exotic Plant Virus on Its Two Closely Related Vectors[J]. Scientific Reports, 2013, 3: 2230.

责任编辑 杨光明