

不同药剂对烟草番茄斑萎病及烟叶质量的影响

李自林¹, 秦娜^{2*}

(1. 云南省烟草公司丽江市公司华坪县分公司, 云南丽江 674800; 2. 云南农业大学大数据学院, 云南昆明 650201)

摘要 采用随机区组试验方法研究不同药剂对烟草番茄斑萎病及烟叶质量的影响, 寻找有效的药剂, 减少烟草番茄斑萎病毒病为害烤烟, 减少烟叶病害损失, 提高烟叶质量。结果表明, T3 处理(70%吡虫啉可湿性粉剂 1 200 倍液)、T4 处理(25%噻虫嗪水分散粒剂 3 000~5 000 倍液)烤烟农艺性状较佳。烤烟生长期, T4 处理(25%噻虫嗪水分散粒剂 3 000~5 000 倍液)防治烟草番茄斑萎病效果最佳。X2F 等级烟叶 T4 处理(25%噻虫嗪水分散粒剂 3 000~5 000 倍液)烟叶化学成分最佳; C3F 等级烟叶 T2 处理(25%吡虫啉可湿性粉剂 1 000 倍液)烟叶化学成分最佳; B2F 等级烟叶 T4 处理(25%噻虫嗪水分散粒剂 3 000~5 000 倍液)、T2 处理(25%吡虫啉可湿性粉剂 1 000 倍液)烟叶化学成分最佳。

关键词 烤烟; 药剂; 番茄斑萎病; 质量

中图分类号 S48 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)05-0129-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Pesticides on Tobacco Tomato Spot Wilt and Tobacco Leaf Quality

LI Zi-lin¹, QIN Na² (1. Yunnan Tobacco Company Lijiang City Branch Huaping County Branch, Lijiang, Yunnan 674800; 2. Big Data College of Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

Abstract The randomized block test method was used to study the effects of different pesticides on tobacco tomato spot wilt and tobacco leaf quality, to find effective agents to reduce tobacco tomato spot wilt virus disease damage to flue-cured tobacco, reduce tobacco leaf disease loss, and improve tobacco leaf quality. The results showed that T3 treatment (1 200 times liquid of 70% imidacloprid WP) and T4 treatment (3 000-5 000 times liquid of 25% thiamethoxam water dispersible granules) had the best agronomic characteristics of flue-cured tobacco. During the growth period of flue-cured tobacco, T4 treatment (25% thiamethoxam water dispersible granules 3 000-5 000 times solution) had the best effect on controlling tobacco and tomato spot wilt. X2F grade tobacco leaves T4 treatment (25% thiamethoxam water dispersible granules 3 000-5 000 times liquid) had the best chemical composition; C3F grade tobacco leaves T2 treatment (25% imidacloprid wettable powder 1 000 times liquid) had the best chemical composition; B2F grade tobacco leaf T4 treatment (25% thiamethoxam water dispersible granules 3 000-5 000 times liquid), T2 treatment (25% imidacloprid wettable powder 1 000 times liquid) had the best chemical composition

Key words Flue-cured tobacco; Pesticide; Tomato spot wilt; Quality

烟草番茄斑萎病(tomato spotted wiltvirus, TSWV)是全世界危害性最大的 10 种病毒病之一, 主要为害烟草、番茄等, 世界烤烟主产国均有发生。发病烟株矮化, 顶芽萎蔫下弯, 叶片扭曲、皱折或萎蔫, 失去烘烤价值。蓟马是烟草番茄斑萎病主要的传播载体, 目前已知 9 种蓟马可以传播该病毒, 包括西花蓟马^[1-3]。由蓟马传播的番茄斑萎病对烟草的危害逐年加重, 研究表明^[4]烟草番茄斑萎病可导致烤烟减产 30%~50%, 严重时可达 70%, 甚至造成烟叶绝收, 严重影响烟叶高质量发展。烟草番茄斑萎病可以危害烟草整个生育期, 苗期到大田成株期均可发病。各时期防治该病毒的方法主要是在苗期加强管理, 培育无病健壮烟苗; 移栽期合理布局烟田, 在移栽后用化学药剂灌根^[5], 也可释放捕食螨防治蓟马, 以虫治虫, 治虫防病^[6]。团棵期、旺长期烟株营养生长旺盛, 在田间安放蓝色和黄色黏虫板, 诱杀蓟马成虫; 烟叶采收后, 及时清除残株、杂草, 深翻土壤, 防止病原菌越冬繁殖, 以此来控制蓟马^[7]。近年来化肥、有机肥施用比例严重失调, 化学农药施用不合理, 导致烟区烟叶生产病害加重, 烟草番茄斑萎病逐年加重, 严重影响烤烟产质量, 降低了烤烟经济效益, 笔者研究施用不同化学药剂对烟草番茄斑萎病及烟叶质量的影响, 探索最适宜烟区烟草番茄斑萎病防治药剂, 减少烟叶病害损失, 提升烟叶质量。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 永北镇位于云南省丽江市永胜县辖区, 年平均气温 18.7℃, 年降雨量 641 mm。永北镇是永胜县的烤烟种植大镇, 2019 年种植烤烟 0.14 万 hm², 种植面积约占全县种植总面积的 40%。

2019 年 1—10 月在云南省丽江市永胜县永北镇兴营村 23 小组(100°44'E, 26°44'N, 海拔 2 100 m)进行试验。试验地块土壤为壤土, 平均气温 21.00℃, 年降水量 580 mm, 适宜种植水稻、烤烟、玉米等农作物。

1.2 试验药剂 溴虫氰菊酯, 湖北帝柏化工有限公司; 25%吡虫啉可湿性粉剂, 盐城利民农化有限公司; 70%吡虫啉可湿性粉剂, 山东省淄博绿晶农药有限公司; 25%噻虫嗪水分散粒剂, 青岛凯源祥化工有限公司。

1.3 试验设计 烤烟基肥为烟草专用复合肥(12-12-24), 氮肥 450 kg/hm², 有机肥 1 200 kg/hm²; 追肥为烟草专用追肥(12.5-0-33.5), 施用量 300 kg/hm²; 钾肥为硫酸钾(K₂O≥52%)作追施, 施硫酸钾 375 kg/hm²; 各处理纯氮、纯磷、纯钾施用量相同, 追肥均对水浇施, 3 次浇施完。

采取随机区组试验设计, 膜上壮苗移栽, 2019 年 4 月 25 日移栽, 试验小区面积为 1 100 m², 株行距为 120 cm×50 cm, 四周设保护行。试验设置 4 个处理和对照(喷清水), 每个处理 3 次重复, 生育期内烤烟生产管理措施相同。具体设计: T1, 烟草专用复合肥(450 kg/hm²) + 烟草专用追肥(300 kg/hm²) + 硫酸钾(375 kg/hm²) + 溴虫氰菊酯; T2, 烟草

作者简介 李自林(1991—), 男, 云南丽江人, 硕士, 从事烟草栽培、烟草生理生化、土壤肥力评价研究。* 通信作者, 从事农业大数据分析研究。

收稿日期 2021-07-02

专用复合肥(450 kg/hm²)+烟草专用追肥(300 kg/hm²)+硫酸钾(375 kg/hm²)+25%吡虫啉可湿性粉剂1 000倍液;T3,烟草专用复合肥(450 kg/hm²)+烟草专用追肥(300 kg/hm²)+硫酸钾(375 kg/hm²)+70%吡虫啉可湿性粉剂1 200倍液;T4,烟草专用复合肥(450 kg/hm²)+烟草专用追肥(300 kg/hm²)+硫酸钾(375 kg/hm²)+25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液;CK,烟草专用复合肥(450 kg/hm²)+烟草专用追肥(300 kg/hm²)+硫酸钾(375 kg/hm²)+清水。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 农艺性状。每个处理在烤烟生长的团棵期、旺长期、成熟期各选取15株烟,测定其株高、叶片数、茎围、最大叶片长、最大叶片宽、节距^[8]。

1.4.2 番茄斑萎病发病率。主要调查烟草番茄斑萎病,调查株数为100株,即各处理每个重复测定100株。

烟株发病率=病株数/调查总株数×100%

病情指数=[\sum (各级病株数×相对病级值)/(调查总株数×最高级值)]×100

1.4.3 化学成分。分别取各处理X2F、C3F、B2F 3个等级烟

叶各2 kg,分别测定烟叶中总氮、总糖、烟碱、氯、钾、还原糖等主要指标,采用连续流动法进行^[9]测定。优质烟叶化学成分含量:总氮1.5%~3.5%,总糖18%~22%,烟碱1.5%~3.5%,氯<1%,钾≥2%,还原糖16%~18%。

1.5 数据处理 采用Microsoft Excel 2013和SPSS 23.0软件进行数据处理。采用SPSS 23.0软件对试验数据进行单因素方差分析,并采用Tukey's HSD法进行多重比较,显著性差异水平 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对烟株农艺性状的影响 由表1可知,烤烟生长的团棵期,各处理农艺性状差异不显著,综合比较,T4处理(25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液)烟株农艺性状较优;烤烟生长的旺长期T3处理(70%吡虫啉可湿性粉剂1 200倍液)、T4处理(25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液)农艺性状表现最佳;烤烟生长的成熟期T3处理(70%吡虫啉可湿性粉剂1 200倍液)田间农艺性状表现最佳。综合烤烟农艺性状,T3处理(70%吡虫啉可湿性粉剂1 200倍液)、T4处理(25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液)烟株性状表现较好。

表1 不同药剂对烟株农艺性状的影响

Table 1 Effect of different pesticides on agronomic characteristics of tobacco

生长期 Growth period	处理 Treatment	株高 Plant height cm	最大叶长 Maximum leaf length/cm	最大叶宽 Maximum leaf width/cm	茎围 Stem circumference cm	节距 Pitch cm	有效叶片数 Number of effective blades//片
团棵期 Cluster period	T1	12.13 a	31.50 a	16.80 a	5.13 a	4.57 a	7.67 a
	T2	11.60 a	31.57 a	17.50 a	5.13 a	4.60 a	8.00 a
	T3	11.33 a	31.87 a	17.47 a	5.13 a	4.67 a	8.00 a
	T4	11.47 a	32.03 a	17.47 a	5.07 a	4.50 a	8.33 a
	CK	11.43 a	31.53 a	17.40 a	5.30 a	4.40 a	7.67 a
旺长期 Prosperous growth period	T1	51.67 a	48.00 b	25.73 a	8.67 a	5.00 a	12.00 a
	T2	52.00 a	49.00 a	25.53 a	8.53 a	5.03 a	11.67 a
	T3	53.33 a	48.23 ab	25.87 a	8.87 a	5.07 a	11.33 a
	T4	52.33 a	48.80 a	26.20 a	8.87 a	5.07 a	10.33 a
	CK	53.33 a	47.67 b	25.53 a	8.27 a	5.07 a	10.33 a
成熟期 Maturity period	T1	116.67 a	56.20 b	29.87 a	12.00 a	6.13 a	19.67 ab
	T2	116.33 a	58.73 a	28.53 a	11.87 a	6.13 a	19.33 ab
	T3	118.33 a	58.80 a	30.60 a	11.93 a	5.73 a	20.00 a
	T4	117.00 a	58.80 a	28.87 a	11.80 a	6.20 a	19.67 ab
	CK	116.00 a	58.13 ab	29.60 a	11.87 a	5.97 a	18.33 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

2.2 不同药剂对烤烟番茄斑萎病病情的影响 由表2可知,烤烟生长的团棵期、旺长期、成熟期CK处理烟草番茄斑萎病发病率、病情指数均最高,表明未施用药剂显著加重烟草番茄斑萎病发病率。烟株生长的团棵期、旺长期、成熟期,T4处理(25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液)对防治烟草番茄斑萎病效果最好,且T2处理(25%吡虫啉可湿性粉剂1 000倍液)烟株番茄斑萎病病情指数最低。表明在烤烟大田生长期,使用25%噻虫嗪水分散粒剂3 000~5 000倍液防治烟草番茄斑萎病效果最佳。

2.3 不同药剂对烟叶化学成分的影响 不同药剂对烟叶化学成分的影响见表3。由表3可知,不同烟叶等级各处理总

氮含量均未达到优质烟叶总氮含量标准,含量均低。不同烟叶等级各处理总糖、还原糖含量均高于优质烟叶总糖、还原糖含量标准。不同烟叶等级各处理烟碱含量、氯含量、钾含量均达到优质烟叶烟碱、氯、钾标准。

X2F等级烟叶T4处理总氮、烟碱、氯、还原糖含量最高,CK处理总氮、氯、钾含量最低。T1处理总氮、总糖、烟碱、氯、还原糖含量最低。C3F等级烟叶T2处理总糖、烟碱、氯含量最高,T3处理钾、还原糖含量最高,T4处理总氮含量最高;CK处理总氮、总糖、烟碱、钾、还原糖含量最低。B2F等级烟叶T4处理总氮、烟碱含量最高,T3处理总糖、还原糖含量最高,T2处理氯、钾含量最高。T1处理对B2F等级烟叶化学成

分形成不利。

表 2 不同药剂对烟株病害的影响

Table 2 Effects of different pesticides on tobacco plant diseases

生长期 Growth period	处理 Treatment	病情级数 Disease level					发病率 Incidence rate//%	病情指数 Disease index	
		0 级	1 级	3 级	5 级	7 级			9 级
团棵期 Cluster period	T1	90.00 cd	6.67 a	2.00 a	1.33 ab	0 b	0	33.33 ab	2.15 b
	T2	91.00 bc	6.67 a	2.00 a	0.33 b	0 b	0	20.00 ab	0.89 b
	T3	92.33 ab	3.67 ab	2.33 a	0.33 b	0 b	0	21.11 ab	1.37 b
	T4	93.33 a	2.00 b	1.33 a	1.00 b	0 b	0	14.44 b	1.22 b
	CK	88.67 d	4.00 ab	3.00 a	2.33 a	2.00 a	0.	37.78 a	4.30 a
旺长期 Prosperous growth period	T1	90.33 c	6.67 a	2.00 a	1.00 b	0 b	0	32.22 ab	1.97 b
	T2	91.33 bc	6.67 a	1.67 a	0.33 b	0 b	0	18.89 b	0.78 b
	T3	92.67 ab	3.67 ab	2.33 a	0. b	0. b	0	20.00 b	1.19 b
	T4	93.67 a	2.00 b	1.33 a	0.67 b	0 b	0	13.33 b	1.04 b
	CK	88.33 d	4.33 ab	3.00 a	2.33 a	2.00 a	0	38.89 a	4.33 a
成熟期 Maturity period	T1	90.00 cd	7.00 a	2.00 a	1.00 b	0 a	0	33.33 a	2.00 b
	T2	91.00 bc	7.00 a	1.67 a	0.33 b	0 a	0	20.00 ab	0.81 b
	T3	92.33 b	4.00 ab	2.33 a	0 b	0 a	0	21.11 ab	1.22 b
	T4	94.00 a	2.00 b	1.33 a	0.33 b	0 a	0	12.22 b	0.85 b
	CK	88.67 d	4.33 ab	3.33 a	2.33 a	1.33 a	0	37.78 a	3.93 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

表 3 不同药剂对烟叶化学成分的影响

Table 3 Effects of different pesticides on the chemical composition of tobacco leaves

烟叶等级 Tobacco grade	处理 Treatment	总氮 Total nitrogen	总糖 Total sugar	烟碱 Nicotine	氯 Chlorine	钾 Potassium	还原糖 Reducing sugar
X2F	T1	1.06 d	35.28 d	2.16 b	0.62 c	2.77 c	28.11 b
	T2	1.17 b	35.57 c	2.32 a	0.66 b	2.97 b	28.24 a
	T3	1.21 ab	36.52 a	2.33 a	0.63 bc	3.09 a	28.11 b
	T4	1.23 a	36.16 b	2.34 a	0.70 a	3.04 ab	28.24 a
	CK	1.11 c	36.32 ab	2.22 ab	0.62 c	2.33 d	28.16 ab
C3F	T1	1.14 cd	36.42 b	2.44 a	0.63 b	3.17 b	28.25 b
	T2	1.18 bc	36.52 a	2.46 a	0.74 a	2.86 d	28.21 c
	T3	1.21 b	36.52 a	2.44 a	0.65 b	3.23 a	28.34 a
	T4	1.27 a	36.33 c	2.43 a	0.68 ab	3.06 c	28.20 c
	CK	1.13 d	36.03 d	2.24 b	0.66 b	2.27 e	28.12 d
B2F	T1	1.14 b	35.47 d	2.24 c	0.56 b	3.11 b	27.56 d
	T2	1.23 a	36.25 b	2.08 d	0.65 a	3.23 a	28.15 b
	T3	1.21 a	36.31 a	2.30 ab	0.62 ab	3.22 a	28.30 a
	T4	1.26 a	36.23 b	2.33 a	0.62 ab	3.14 b	28.04 c
	CK	1.14 b	36.12 c	2.25 bc	0.64 a	2.31 c	28.09 bc

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

3 讨论与结论

番茄斑萎病毒可以侵染 900 多种植物, 一般认为有害烟草的蓟马主要为烟蓟马^[10], 王俊平等^[11]发现白僵菌对蓟马具有明显的防治效果, 同样利用捕食螨防治蓟马类害虫的生物防治效果较明显^[12-16], 袁盛勇等^[16]研究发现球孢白僵菌, 被视为微生物防治菌可以广泛应用于害虫的防治。研究表明球孢白僵菌在防治蓟马类害虫方面效果显著^[17-18]。该研究分析 4 种化学药剂对烟草番茄斑萎病的防治效果, 寻找烟区有效的防治烟蓟马的农药, 减少烟草番茄斑萎病毒为害烤烟, 减少烟叶病害损失, 稳定烟叶产量, 提高烟叶品质。

T3 处理(70%吡虫啉可湿性粉剂 1 200 倍液)、T4 处理

(25%噻虫嗪水分散剂 3 000~5 000 倍液)烤烟农艺性状最佳。烤烟大田生长期, T4 处理(25%噻虫嗪水分散剂 3 000~5 000 倍液)防治烟草番茄斑萎病效果最佳。X2F 等级烟叶 T4 处理(25%噻虫嗪水分散剂 3000~5000 倍液)对烟叶化学成分形成有利。T1 处理(溴虫氰菊酯)不利于化学成分的合成。C3F 等级烟叶 T2 处理(25%吡虫啉可湿性粉剂 1 000 倍液)对烟叶化学成分合成有利; B2F 等级烟叶 T4 处理(25%噻虫嗪水分散剂 3 000~5 000 倍液)、T2 处理(25%吡虫啉可湿性粉剂 1 000 倍液)对烟叶化学成分合成有利。T1 处理(溴虫氰菊酯)对 B2F 等级烟叶化学成分合成不利。

(下转第 155 页)

净光合速率直接反映了植物光合作用能力的强弱,通过 3 个居群天师栗幼苗的光合指标可以看出,ESLZ 的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、蒸腾速率(T_r)明显优于其他 2 个居群,综合天师栗幼苗的光响应曲线、 CO_2 响应曲线可以看出,ESLZ 的光利用范围更广,在饱和点对应的净光合速率最高,能更好地适应强光和弱光环境。植物叶片光合色素含量与植物光合能力密切相关^[15],可直接反映植物叶片光合能力的大小^[16],而叶绿素 a 和叶绿素 b 具有捕获吸收光能的作用^[17],因此叶绿素含量的高低是影响叶片光合特性的重要因素。对 3 个居群天师栗幼苗的光合色素含量研究表明,ESLZ 的叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和类胡萝卜素含量均为最高,SNJ 次之,ZXSQ 的各种光合色素含量最低,这与天师栗各项光合指标的分析结果相同,说明天师栗幼苗光合能力的强弱受到光合色素的直接影响,同时也进一步说明 ESLZ 的光合性能优于其他 2 个居群,为天师栗优良居群的选择提供了参考。

植物的光合速率是影响植物产量和品质的重要因素^[18],也是评价品种优劣的重要条件,而植物光合作用的强弱与植物种类、品种特性和环境因子密切相关^[19-20]。该研究对 3 个居群天师栗的光合特性研究表明,在同样的栽培条件下,不同居群天师栗的净光合速率、胞间 CO_2 浓度、气孔导度、蒸腾速率、光合色素含量具有一定差异,其中 ESLZ 的各项光合指标明显优于其他 2 个居群,说明 ESLZ 的光合性能更强,更有利于有机物质的积累促进其生长发育,更适宜作为优良居群推广种植。该试验从光合特性的角度对 3 个不同居群天师栗进行了初步研究,对天师栗的种苗培育与优良居群选择具有一定的指导意义,今后可结合天师栗的形态学性状、药材质量性状进行进一步评价。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:化学工业出版社

(上接第 131 页)

参考文献

- [1] 李云洲,默宁,闫见敏,等. 番茄斑萎病毒病研究进展[J]. 园艺学报, 2018, 45(9): 1750-1760.
- [2] 李英梅,刘晨,张伟兵,等. 警惕番茄斑萎病毒病在陕西流行[J]. 西北园艺, 2019(4): 49-50.
- [3] 尼秀媚,陈长法,封立平,等. 番茄斑萎病毒研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6253-6255, 6406.
- [4] 王泽华,吴青君,徐宝云,等. 西花蓟马对多杀菌素的抗性汰选和遗传方式[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(3): 553-558.
- [5] 任锡毅,刘永翔,谭玉梅,等. 贵州烟草病毒病的主要种类及分布特点[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(5): 117-120.
- [6] 方小端,吴伟南,刘慧,等. 以植绥螨为主防治入侵害虫西方花蓟马研究进展[C]//生物入侵与生态安全:“第一届全国生物入侵学术研讨会”论文摘要集. 北京:中国植物保护学会生物入侵分会, 2007.
- [7] 李四光,何孝兵,杨亚,等. 烟草番茄斑萎病毒病防治措施[J]. 植物医生, 2015, 28(6): 37-38.
- [8] 陆亚春,李自林,年夫照,等. 不同有机肥对烤烟生长及产质量的影响[J]. 江西农业学报, 2020, 32(9): 102-106.
- [9] 王宁. 气相色谱、流动分析仪在烟草分析中的应用[J]. 科技创新与应

- 社, 2005: 206.
- [2] 王绪英,赵永芳. 中药娑罗子的化学组分及七叶皂苷药用价值的研究[J]. 唐山师范学院学报, 2001, 23(5): 7-11.
- [3] 张辰露,李新生,梁宗锁. 七叶树属植物的分布特征及化学成分研究进展[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 142-145.
- [4] 熊超,李西文,关小羽,等. 天师栗无公害规范化种植的探讨[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2019, 21(4): 808-814.
- [5] GAGO J, DALOSO D M, CARRIQUÍ M, et al. The photosynthesis game is in the "inter-play": Mechanisms underlying CO_2 diffusion in leaves [J/OL]. Environmental and experimental botany, 2020, 178[2021-01-21]. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104174.
- [6] 苏正淑,张宪政. 几种测定植物叶绿素含量的方法比较[J]. 植物生理学通讯, 1989, 25(5): 77-78.
- [7] 张聪颖,方炎明,姬红利,等. 遮荫处理对红叶石楠和洒金桃叶珊瑚光合特性的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1743-1749.
- [8] SALGADO-LUARTE C, GIANOLI E. Herbivory may modify functional responses to shade in seedlings of a light-demanding tree species[J]. Functional ecology, 2011, 25(3): 492-499.
- [9] 何科佳,王中炎,王仁才. 夏季遮阴对猕猴桃园生态因子和光合作用的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(5): 616-619.
- [10] 吴家森,宋福强,陈荣,等. 3 种七叶树属植物叶片气体交换特征和叶绿素荧光特性比较[J]. 植物研究, 2008, 28(4): 438-441.
- [11] 明孟碟. 天师栗规范化种植技术研究[D]. 武汉:湖北中医药大学, 2017.
- [12] 李成忠,居萍,孙燕,等. 遮阴对七叶树幼苗光合特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(22): 162-165.
- [13] ZHU Y, LIU F, WANG C K, et al. Diurnal variation and light response of net ecosystem carbon exchange in a temperate broadleaved deciduous forest at Maershan, Northeast China[J]. The journal of applied ecology, 2020, 31(1): 72-82.
- [14] 付忠,谢世清,徐文果,等. 不同光照强度下谢君魔芋的光合作用及能量分配特征[J]. 应用生态学报, 2016, 27(4): 1177-1188.
- [15] 赵辉,吕贺贺,路鑫,等. 杂种金叶银杏叶片光合特性分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(1): 193-199.
- [16] 李春喜,韩蕊,邵云,等. 小麦开花期旗叶光合特性与地上部干物质量的相关和通径分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 66-70.
- [17] 汤文华,窦全琴,潘平平,等. 不同薄壳山核桃品种光合特性研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(3): 81-88.
- [18] 刘星劫,张永清,李佳. 山东省两种欧李栽培品种的光合特性研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2018, 20(4): 547-552.
- [19] 阮晓,王强,颜启传. 药用植物生理生态学[M]. 北京:科学出版社, 2010: 80-88.
- [20] 薛建平,王兴,张爱民,等. 地黄光合特性研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(6): 778-780.

用, 2016(14): 172.

- [10] 董大志,秦西云,张丽坤. 云南烟草害虫及其天敌近期调查研究[C]//云南省昆虫学会. 云南省昆虫学会 2011 年学术年会论文集. 北京:科学出版社, 2011: 252-257.
- [11] 王俊平,郑长英. 对蓟马类害虫高致病性球孢白僵菌的分离、鉴定[J]. 茶叶科学, 2011, 31(4): 295-299.
- [12] 何振贤,宋瑞珍,景继伟. 登封市园林植物蓟马种类及综合防控技术[J]. 现代农业科技, 2014(19): 144.
- [13] 郑雪,李兴勇,陈晓燕,等. 番茄斑萎病毒与传毒蓟马发生流行的相关性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 118-121.
- [14] 郭秀英,袁亮. 稻蓟马的识别与综合防治[J]. 农技服务, 2013, 30(6): 577.
- [15] 穆春,潘悦,蒋水萍,等. 释放捕食螨对蓟马传播烟草番茄斑萎病的控制效果[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(9): 63-67.
- [16] 袁盛勇,孔琼,薛春丽,等. 球孢白僵菌对棕榈蓟马的毒力测定[J]. 中国蔬菜, 2013(16): 92-95.
- [17] 陈斌,张琦,桂富荣,等. 球孢白僵菌不同分离株对西花蓟马的毒力测定[J]. 生物安全学报, 2012, 21(1): 14-19.
- [18] 付步礼,曾东强,刘奎,等. 蓟马类害虫抗药性研究进展[J]. 农学报, 2014, 4(3): 28-34.