

养分运筹对烤烟农艺性状·番茄斑萎病的影响

罗优¹, 贺彪¹, 韩天华¹, 杨文奎², 和翌辉¹, 张文先¹, 官峰¹, 张雯清¹, 李佛琳^{2*}

(1. 云南省烟草公司丽江市公司, 云南丽江 674100; 2. 云南农业大学烟草学院, 云南昆明 650201)

摘要 为明确丽江市金沙江流域烟区烟蒜轮作后养分运筹对烟草农艺性状及番茄斑萎病毒病(TSWV)、蓟马发生流行的影响。烟蒜轮作后随机设置养分运筹小区试验,测定烟草生长期的农艺性状,并调查番茄斑萎病、蓟马发生情况。结果表明,烟蒜轮作后常规施肥(T_1)比不施氮磷钾肥(CK)的烟草团棵期株高、茎围、节距、最大叶宽依次提高了61.97%、32.22%、38.31%、42.21%;旺长期 T_1 比CK处理的茎围、节距、叶数、最大叶宽、最大叶面积依次提高了14.14%、19.75%、17.05%、14.87%、17.17%;成熟期 T_1 比CK处理的株高、最大叶宽、叶面积依次提高了9.74%、11.34%、12.03%; T_1 和CK处理在烟草团棵期的病情指数分别为0和8,旺长期为5和14;成熟期为15和38, T_1 处理病情指数显著低于CK处理。番茄斑萎病发病率、病情指数、百株累计蓟马虫数均随调查时间推移呈上升趋势。烟蒜轮作后合理施肥可提高烟叶农艺性状、降低番茄斑萎病病情指数和危害程度,可为改良植烟土壤、减轻连作障碍提供参考依据。

关键词 烤烟;养分运筹;轮作;农艺性状;番茄斑萎病

中图分类号 S431.16 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)24-0153-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2023.24.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Nutrient Management on Agronomic Traits of Flue-cured Tobacco and Tomato Spot Wilt Disease

LUO You, HE Biao, HAN Tian-hua et al (Yunnan Tobacco Company Lijiang City Company, Lijiang, Yunnan 674100)

Abstract To clarify the impact of nutrient management after tobacco garlic rotation in the Jinsha River Basin of Lijiang City on tobacco agronomic traits and the prevalence of tomato spotted wilt virus (TSWV) and thrips. After the rotation of tobacco and garlic, a randomized nutrient management plot experiment was conducted to determine the agronomic traits of tobacco during its growth period, and to investigate the occurrence of tomato spot wilt and thrips. The results showed that after tobacco garlic rotation, conventional fertilization (T_1) increased the plant height, stem circumference, pitch, and maximum leaf width of tobacco at the cluster stage by 61.97%, 32.22%, 38.31% and 42.21%, respectively, compared to the control without nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer (CK); stem girth, pitch, number of leaves, maximum leaf width, and maximum leaf area of the vigorous long-term T_1 treatment increased by 14.14%, 19.75%, 17.05%, 14.87%, and 17.17% respectively compared to CK treatment; plant height, maximum leaf width, and leaf area of T_1 treatment at maturity were increased by 9.74%, 11.34% and 12.03%, respectively, compared to CK treatment; the disease index of T_1 and CK treatments during the tobacco cluster stage was 0 and 8, and the peak period was 5 and 14, respectively; the maturity period was 15 and 38, and the disease index of T_1 treatment was significantly lower than that of CK treatment. The incidence rate, disease index and the cumulative number of thrips per hundred plants of tomato leaf spot wilt increased with the time of investigation. Reasonable fertilization after tobacco garlic rotation can improve the agronomic traits of tobacco leaves, reduce the disease index and harm degree of tomato spot wilt, and provide reference basis for improving tobacco planting soil and reducing continuous cropping obstacles.

Key words Flue-cured tobacco; Nutrient management; Rotation; Agronomic traits; Spotted wilt virus

烟草(*Nicotianatabacum*)是云南省重要的经济作物之一,具有较好的经济效益,烟草栽培在国民经济中占有重要地位^[1]。丽江市金沙江流域已种植烟草数年,烟叶质量较好,然而烟草在大田生产中常易受经济利益驱使、耕地资源有限和土地流转方式局限等多因素影响,出现烟草连作现象,严重影响烟叶品质^[2]。烟草忌连作,长期烤烟连作造成一系列生产问题,如土壤养分资源配置、微生物群落结构失衡,致使植烟土壤理化性质恶化、品质退化,使烟草病毒病、赤星病、根茎类病害频发和流行^[3],其中危害云南烟草产业最重要的烟草病毒病之一是番茄斑萎病(tomato mottle wilt virus, TSWV)^[4]。番茄斑萎病主要以蓟马进行传毒,调查发现云南省传播番茄斑萎病毒属(Tospovirus)病毒的蓟马种类为西花蓟马、花蓟马、烟蓟马等^[5]。番茄斑萎病毒感染烟草后,致使烟叶坏死、畸形、褪绿,严重影响了烟草品质,致烟草经济效益损失惨重^[1]。

轮作制度作为种植户自发兴起并运用的种植模式^[6],在以烟草为主的多种轮作制度中,就不同轮作种植模式而言,

以烟蒜轮作在高海拔地区发挥重要作用尤为显著,更有利于缓解烟草连作障碍,显著改善植烟土壤微生物环境,改良土壤肥力,减少病虫害发生,提高烟草产量和品质^[6-8]。此外,研究表明在烟草大田生产过程中,轮作制度可提高土壤养分转移速率和利用率,烟草生长发育期对氮、磷、钾3种元素需求量较大^[9-10],然而土壤中含氮量不足以充分供给,需人工施肥补给,因而只有合理施用氮、磷、钾肥才能提高烟草产量及其经济效益^[11]。

目前以烟蒜轮作对植烟土壤农化性状^[12]、根际土壤元素组分、根际土壤细菌、真菌群落结构的影响^[7-9]、烤烟干物质积累与养分吸收^[13]、增产增效作用^[13]研究较多,另有研究不同氮磷钾配比对烟草产量、产值、化学成分的影响^[14-16],然而关于烟蒜轮作后养分周年运筹对烟草生育期农艺性状的影响,对番茄斑萎病、蓟马的发生流行未见报道。探讨氮、磷、钾养分周年运筹调控对烟蒜轮作模式下烤烟农艺性状指标的影响、番茄斑萎病、蓟马发生流行的影响,可为提高云南省金沙江流域烟区烟草的耕种施肥措施、明确番茄斑萎病、蓟马的流行规律与防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点 试验时间为2022年2—10月上旬。

基金项目 中国烟草总公司云南省烟草科技计划项目(2020530000241019)。

作者简介 罗优(1995—),男,贵州铜仁人,硕士,从事烟草病虫害防治研究。*通信作者,教授,博士,从事烟草栽培研究。

收稿日期 2023-01-10

试验地设在云南省丽江市玉龙县石鼓镇鲁瓦村某烟草种植户田地(99°54'28"E,26°50'36"N,海拔1 867 m)。试验土壤为棕壤,前茬种植大蒜,移栽前土壤有机质47.9 g/kg,水解性氮221.4 g/kg,有效磷39.1 mg/kg,速效钾363 mg/kg,全氮2.63 g/kg,全磷1.38 g/kg,全钾17.8 g/kg,氯离子32.03 mg/kg,pH 5.25。

1.2 试验材料 供试肥料为云南烟草专用肥和得利肥料(云南云之叶生物科技有限公司)、云南烟草专业肥罗布泊农

业用硫酸钾肥(国投新疆罗布泊钾盐有限公司)。供试大蒜(*Allium sativum* L)为丽江本地品种紫皮瓣蒜,烟草品种为云烟87(云南省烟草公司丽江市公司提供)。

1.3 试验方法 冬春茬(小春)种植大蒜,夏秋茬(大春)种植烟草。烟蒜轮作种植模式下设置5种养分限投模式(表1)。当地常规施肥模式(T_1),不施氮肥(T_2),不施磷肥(T_3),不施钾肥(T_4),以氮磷钾肥均不施(CK)为对照,3次重复,采取随机区组设计,共15个试验小区。

表1 烟蒜轮作模式田间试验各施肥量

Table 1 Fertilization amount under different treatments of tobacco garlic rotation mode

单位:kg/hm²

处理 Treatment	紫皮瓣蒜 Purple skin flap garlic			烟草 Tobacco			烟草、大蒜全年 Tobacco and garlic throughout the year		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T ₁	2.4	1.3	2.7	0.54	0.27	1.1	2.94	1.57	3.8
T ₂	0	1.3	2.7	0	0.27	1.1	0	1.57	3.8
T ₃	2.4	0	2.7	0.54	0	1.1	2.94	0	3.8
T ₄	2.4	1.3	0	0.54	0.27	0	2.94	1.57	0
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1.4 测定项目与方法

1.4.1 烤烟农艺性状测定。烟草团棵期、旺长期和成熟期分别在试验小区各选取10株烟株,参照《YC/T 142—2010,烟草农艺性状调查测量方法》,测定烟草的株高、茎围、节距、有效叶片、最大叶长、最大叶宽、最大叶面积等指标,取平均数。

1.4.2 番茄斑萎病发生情况调查。分别在烟草的团棵期、旺长期、收获期于田间调查烟草TSWV发病情况和发生情况,采用平行对角线法,每小区选24株,对不同处理试验小区内的烟草番茄斑萎病进行调查,统计发病率和病情指数。依照GB/T 23222—2008中病毒病分级标准和参照游堂贵等^[17]对番茄斑萎病病情指数分级方法(0,全株无病;1,心叶脉明或轻微花叶,病株无明显矮化;3,1/3叶片花叶但不变形,或病株矮化为正常株高的3/4以上;5,1/3~1/2叶片花叶,或少数叶片变形,或主脉变黑,或病株矮化为正常株高的2/3~3/4;7,1/2~2/3叶片花叶,或变形或主侧脉坏死,或病株矮化为正常株高的1/2~2/3;9,全株叶片花叶,严重变形或坏死,或病株矮化为正常株高的1/2以上)。计算发病率、病情指数。计算公式:发病率=病叶(株)数/调查总叶(株)数×100%,病情指数=[病级数×该级病叶(株)数]/[最高病级数×调查总叶(株)数]×100。

1.4.3 蓟马发生情况调查。调查不同处理对烟草蓟马种群数量的影响。自烟苗移栽起分别于团棵期、旺长期、收获期调查蓟马发生情况,采用五点取样法,每小区随机选25株,统计烟株上蓟马虫口数量。采用盘拍法将烟株上蓟马拍入养虫盒内(17.0 cm×10.5 cm×7.5 cm),以自制吸虫器将蓟马转至50 mL圆底离心管中带回室内记录其种群数量,计算百株虫量(头)。计算公式:百株虫量=(调查总虫数/调查总株数)×100株。

1.5 数据处理 利用Excel 2016和IBM SPSS Statistics 21对试验数据进行统计分析,采用Duncan法进行显著性分析,以Origin 2019进行图表制作,图表中的数据为均值±标准误。

2 结果与分析

2.1 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草生长期农艺性状的影响

2.1.1 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草团棵期农艺性状的影响。烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草团棵期农艺性状差异显著(表2),不同养分运筹模式下烟草团棵期的株高、茎围、节距、叶数、最大叶长、最大叶宽、最大叶面积存在显著差异($P<0.05$)。烟蒜轮作后常规施肥模式 T_1 对烟草株高、茎围、节距、最大叶宽等农艺性状指标影响最大,较不施氮磷钾肥CK株高、茎围、节距、最大叶宽分别提高了61.97%、32.22%、38.31%、42.21%;不施氮肥 T_2 对烟草叶数、最大叶长、最大叶面积等农艺性状指标影响最大,较不施氮磷钾肥CK叶数、最大叶长、最大叶面积分别提高了21.51%、45.03%、99.72%。

2.1.2 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草旺长期农艺性状的影响。烟蒜轮作后不同养分运筹模式下烟草旺长期部分农艺性状指标差异显著(表3),不同养分运筹模式下烟草旺长期的茎围、节距、叶数、最大叶宽、最大叶面积等农艺性状指标存在显著差异($P<0.05$),烟草旺长期的株高、最大叶长差异不显著。具体而言,烟蒜轮作后以常规施肥模式 T_1 对烟草茎围、节距、最大叶宽、最大叶面积等农艺性状指标影响最大,较不施氮磷钾肥CK茎围、节距、叶数、最大叶宽、最大叶面积分别提高了14.14%、19.75%、17.05%、14.87%、17.17%。

2.1.3 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草成熟期农艺性状的影响。烟蒜轮作后不同养分运筹模式下烟草成熟期部分农艺性状指标差异显著(表4)。不同养分运筹模式下烟草成熟期的株高、最大叶长、最大叶宽、最大叶面积存在显著差异($P<0.05$)。烟蒜轮作后常规施肥模式 T_1 对烟草株高、最大叶宽、最大叶面积性状指标影响最大,较CK的株高、最大叶宽、叶面积分别提高了9.74%、11.34%、12.03%。

表 2 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草团棵期农艺性状的影响

Table 2 Effects of different nutrient management models on agronomic traits of tobacco during the resettling stage after tobacco garlic rotation

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	节距 Pitch cm	叶数 Leaf number 片	最大叶长 Maximum leaf length//cm	最大叶宽 Maximum leaf width//cm	最大叶面积 Maximum leaf area//cm ²
T ₁	77.10±2.62 a	9.11±0.20 a	5.56±0.19 a	11.20±0.25 a	64.30±1.44 a	37.40±1.28 a	1 528.83±69.19 a
T ₂	69.60±1.43 a	9.05±0.14 a	5.05±0.17ab	11.30±0.15 a	65.70±1.63 a	36.60±1.25 a	1 529.53±69.67 a
T ₃	68.90±2.11 ab	8.40±0.24 ab	5.10±0.17 ab	10.30±0.30 ab	61.30±1.98 ab	34.30±1.75 ab	1 347.04±91.14 ab
T ₄	66.30±2.31 b	7.98±0.15 b	4.61±0.08 b	10.10±0.38 b	59.40±1.31 b	31.80±1.33 b	1 203.46±64.46 b
CK	47.60±2.53 c	6.89±0.39 c	4.02±0.22 c	9.30±0.34 c	45.30±1.72 c	26.30±1.30 c	765.84±63.27 c

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 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草旺长期农艺性状的影响

Table 3 Effects of different nutrient management models on the agronomic characters of tobacco during vigorous growing stage after tobacco garlic rotation

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	节距 Pitch cm	叶数 Leaf number 片	最大叶长 Maximum leaf length//cm	最大叶宽 Maximum leaf width//cm	最大叶面积 Maximum leaf area//cm ²
T ₁	113.10±1.85 a	11.22±0.25 a	6.61±0.08 a	20.60±0.40 a	71.50±1.37 a	36.30±0.79 a	1 649.91±47.99 a
T ₂	110.30±1.89 a	10.37±0.26 ab	6.56±0.19 a	20.40±0.45 a	73.30±0.86 a	35.00±1.09 a	1 630.48±60.80 a
T ₃	107.90±2.07 a	10.08±0.29 b	6.47±0.15 a	19.90±0.50 a	69.50±1.51 a	34.10±1.28 b	1 509.99±75.56 ab
T ₄	109.40±1.57 a	9.95±0.51 b	6.28±0.24 a	19.60±0.34 a	71.10±1.00 a	34.00±0.70 ab	1 536.32±48.42 ab
CK	107.20±1.11 a	9.83±0.23 b	5.52±0.15 b	17.60±0.65 b	70.20±1.50 a	31.60±1.65 c	1 408.08±80.13 c

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 differences between different treatments ($P<0.05$).

表 4 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对烟草成熟期农艺性状的影响

Table 4 Effects of different nutrient management models on agronomic traits of tobacco during maturity stage after tobacco garlic rotation

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	节距 Pitch cm	叶数 Leaf number 片	最大叶长 Maximum leaf length//cm	最大叶宽 Maximum leaf width//cm	最大叶面积 Maximum leaf area//cm ²
T ₁	117.20±2.06 a	11.24±0.32 a	6.62±0.19 a	21.50±0.34 a	79.70±2.13 a	37.30±0.93 a	1 723.56±40.11 a
T ₂	113.80±1.84 a	11.52±0.39 a	6.76±0.11 a	21.00±0.30 a	74.30±0.88 b	35.80±1.07 ab	1 710.36±79.34 a
T ₃	116.50±2.49 a	11.24±0.25 a	6.56±0.13 a	21.50±0.31 a	76.40±1.16 ab	35.00±0.76 ab	1 695.57±40.33 ab
T ₄	115.50±2.23 a	10.91±0.21 a	6.83±0.13 a	20.40±0.50 a	72.90±0.87 b	33.70±0.91 b	1 684.47±41.24 ab
CK	106.80±1.58 b	11.27±0.28 a	6.69±0.20 a	20.60±0.31 a	72.30.30±1.50 b	33.50±1.08 b	1 538.47±62.23 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 烟蒜轮作后不同养分运筹模式对番茄斑萎病毒病流行的影响 由表 5 可知,烟草团棵期当地常规施肥模式 T₁ 病情指数为 0,不施氮肥 T₄ 病情指数为 4,不施磷肥 T₂ 病情指数为 4,不施钾肥 T₃ 病情指数为 0,不施氮磷钾肥 CK 为 8;烟草旺长期 T₁ 处理病情指数为 5, T₂ 处理病情指数为 10, T₃ 处理病情指数为 14, T₄ 处理病情指数为 8, CK 处理病情指数为 14;烟草收获期 T₁ 处理病情指数为 15, T₂ 处理病情指数为 20, T₃ 处理病情指数为 20, T₄ 处理病情指数为 16, CK 处理病情指数为 38。综上所述,在同一生长环境,排除周边毒源植物、传播介体、耕种方式的影响,烟蒜轮作后不同养分运筹模式下随着时间推移番茄斑萎病的发生程度有明显加重现象。

2.3 烟蒜轮作后不同养分运筹模式西花蓟马的种群数量 烟蒜轮作后不同养分运筹模式下蓟马种群数量发生动态存在显著差异(图 1)。烟草团棵期不同养分运筹模式下蓟马种群数量差异不显著,烟草旺长期、成熟期不同养分运筹模式下蓟马种群数量存在显著差异。蓟马种类主要有西花蓟马、烟蓟马,烟草旺长期常规施肥模式 T₁ 的蓟马百株虫量为

34.5 头,不施氮肥 T₂ 为 35.7 头,不施磷肥 T₃ 为 37.2 头,不施钾肥 T₄ 为 36.7 头,不施氮磷钾肥 CK 为 43.5 头。收获期 T₁ 处理的蓟马数量为 36.8 头, T₂ 处理为 38.5 头, T₃ 处理为 40.4 头, T₄ 处理为 39.2 头, CK 对照为 46.8 头。随着时间推移,百株累计虫数逐渐趋于平缓,8 月中旬几乎未见蓟马危害。

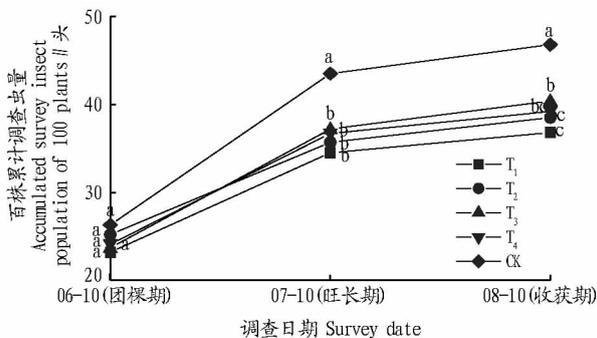
3 结论与讨论

烟蒜轮作后常规施肥可提高烟草生育前期的株高、茎围、节距、叶数、最大叶长、最大叶宽、最大叶面积等农艺性状指标,并降低番茄斑萎病发生流行、减少蓟马的虫口密度。施用氮磷钾肥在烟草大田生育期前、中期番茄斑萎病的发病率、病情指数较低。烟蒜轮作中前茬作物大蒜能优化植烟土壤根际微生物环境,改良土壤理化性质,促进烟株生长发育^[6]。不施氮肥或磷肥对烟草发育期的农艺性状指标影响不显著,不施用钾肥较显著,一方面或前茬作物大蒜吸附土壤中氮、磷元素较少,与吸收钾元素较多有关^[12]。此外,或与烟草生育前期、中期钾素吸收速率、吸收量较大有关^[11],因而在烟草生育前期、中期不施用钾肥致烟草的农艺性状指

表5 烟蒜轮作后不同养分运筹模式与番茄斑萎病毒病发病情况

Table 5 Different nutrient management modes and incidence of tomato spot wilt virus disease after tobacco and garlic rotation

调查时间 Investigation time	处理 Treatment	各病级数(株) Number of each disease level						调查总数 Total number of investigations//株	发病率 Morbidity %	病情指数 Disease index
		0	1	3	5	7	9			
6月10日(团棵期)	T ₁	24	0	0	0	0	0	24	0	0
	T ₂	23	1	0	0	0	0	24	4	4
	T ₃	24	0	0	0	0	0	24	0	0
	T ₄	23	1	0	0	0	0	24	4	4
	CK	22	2	0	0	0	0	24	8	8
7月10日(旺长期)	T ₁	22	1	0	0	1	0	24	8	5
	T ₂	20	1	1	1	1	0	24	17	10
	T ₃	20	1	0	1	1	1	24	17	14
	T ₄	21	1	1	1	0	0	24	13	8
	CK	19	1	1	1	2	0	24	21	14
8月10日(收获期)	T ₁	16	3	1	2	1	1	24	33	15
	T ₂	15	1	3	2	2	1	24	38	20
	T ₃	14	2	3	2	2	1	24	42	20
	T ₄	16	2	2	2	1	1	24	33	16
	CK	9	2	2	4	4	3	24	38	38



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图1 烟蒜轮作后不同养分运筹模式与蓟马种群数量

Fig.1 Different nutrient management models and thrips population quantity after tobacco garlic rotation

标降低。烟蒜轮作中施用氮磷钾素或不施氮、磷或钾素在烟草成熟期农艺性状指标差异不大,应是烟草成熟期养分积累趋于稳定,与前人报道烟蒜轮作后在烟草成熟期非根际土壤速效氮、速效磷、速效钾含量供给趋于平衡的结论相符^[10]。

烟蒜轮作可防治、减轻烟草病虫害。烟蒜轮作中种植大蒜可改良易感病烟田土壤真菌、细菌群落结构使其趋于健康烟田,从而降低病害的发生^[7-8],如烟蒜轮作中可由大蒜根系分泌抑菌物降低烟草黑胫病的发生与危害^[18-19]。此外,烟蒜轮作后施用氮磷钾肥,蓟马种群密度较低,辅证了烟蒜轮作可适当地控制烟草虫害发生,降低烤烟有虫株率、虫害种类和虫口密度,应与烟蒜轮作后施用氮磷钾肥后改良烟田土壤微生态环境有关,进而提高了烟草植物学性状指标^[6],增强了烟株抗病性。烟蒜轮作种植方式具有较强的物质生产能力^[10],在烟草生长前期适当补充少量氮肥,后期限制氮肥,有效施用磷肥,提高生长后期磷肥有效性,增加钾肥用量,通过“控氮、保磷、增钾”^[15],为烤烟的优质适产奠定良好基础。

综上所述,烟蒜轮作后合理施用氮磷钾肥可促进烟草生长发育、降低番茄斑萎病发病率、减少蓟马危害、增强抗逆抗病性,利于烟草生长。关于烟蒜轮作后养分周年运筹下烟草干物质积累与养分吸收动态变化、番茄斑萎病与蓟马互作影响等仍待进一步研究。

参考文献

- [1] 高雪,王德博,李正洋,等.云南省烟草正番茄斑萎病毒属病毒的调查和鉴定[J].中国烟草学报,2020,26(1):84-90.
- [2] 阳显斌.烟蒜轮(套)作对植烟土壤连作障碍减缓作用及机理研究[D].雅安:四川农业大学,2016.
- [3] 方敦煌,黄学跃,秦西云,等.云南烟草病虫害绿色防控实践与思考[J].中国植保导刊,2017,37(10):76-79.
- [4] MAES P, ALKHOVSKY S V, BAO Y, et al. Taxonomy of the family Arenaviridae and the order Bunyavirales: Update 2018 [J]. Archives of virology, 2018, 163(8): 2295-2310.
- [5] 郑雪,刘春明,李宏光,等.云南省红河地区传播番茄斑萎病毒属病毒的蓟马及其寄主植物种类调查[J].中国植保导刊,2013,33(3):41-44.
- [6] 阳显斌,李廷轩,张锡洲,等.烟蒜轮作与套作对土壤微生物类群数量的影响[J].土壤,2016,48(4):698-704.
- [7] 徐新雯,林正全,拓阳阳,等.烟蒜轮作对烟株根际土壤细菌群落结构的影响[J].西南农业学报,2020,33(9):1917-1924.
- [8] 陈玉蓝,林正全,拓阳阳,等.烟蒜轮作对易感病烟田土壤真菌群落结构的影响[J].西南农业学报,2022,35(4):972-980.
- [9] 唐彪,张锡洲,阳显斌.烟蒜轮作与套作对烤烟产量及根际土壤磷组分的影响[J].应用生态学报,2015,26(7):1977-1984.
- [10] 唐彪.烟蒜轮(套)作对土壤磷组分的影响[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [11] 沈雪婷.不同生产模式对烤烟氮磷钾吸收利用的影响[D].郑州:河南农业大学,2015.
- [12] 黄光荣.烟蒜轮作增产增效的作用与评价[D].贵阳:贵州大学,2008.
- [13] 顾勇,谢云波,张永辉,等.不同种植模式下烤烟干物质积累与养分吸收动态变化分析[J].中国农业科技导报,2018,20(4):115-122.
- [14] 肖厚军,魏全全,赵欢,等.贵州黄壤“烟-蒜-稻-菜-烟”轮作制适宜氮钾运筹方式研究[J].南方农业学报,2018,49(10):1933-1939.
- [15] 尹鹏达.氮磷钾肥配施对填充型烤烟主要化学品质和产量的影响研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [16] 李莎.氮磷钾肥配施对烤烟生长发育及产质量的影响[D].重庆:西南大学,2008.
- [17] 游堂贵,段茹茹,张燕,等.4种病毒抑制剂对昭通烟草番茄斑萎病毒病和马铃薯Y病毒病的防治效果[J].中国农学通报,2021,37(36):135-141.
- [18] 钊有聪,张立猛,焦永鸽,等.大蒜与烤烟轮作对烟草黑胫病的防治效果及作用机理初探[J].中国烟草学报,2016,22(5):55-62.
- [19] 周挺,梁颀捷,张炳辉,等.间套作防控烟草病虫害研究进展[J].中国烟草科学,2020,41(5):105-112.