

## 抗南方根结线虫普通烟草种质资源筛选 与主栽品种抗性退化评价

徐兴阳<sup>1</sup>, 赵虹龙<sup>1</sup>, 李凤丽<sup>2</sup>, 李美燕<sup>1</sup>, 王彦星<sup>3</sup>, 朱晋辉<sup>3</sup>, 焦芳婵<sup>4\*</sup>

(1. 云南省烟草公司 昆明市公司, 云南 昆明 650051; 2. 云南省烟草公司 文山州公司, 云南 文山 663000;  
3. 云南农业大学 烟草学院, 云南 昆明 650201; 4. 云南省烟草农业科学研究院, 云南 昆明 650021)

**摘要:** 为正确评价云南烟区主栽烤烟品种的抗性退化及筛选出抗南方根结线虫的普通烟草种质资源, 采用大田试验, 以 NC95 为抗病对照, 以及“贵定尖叶折烟”为感病对照, 研究混合根结线虫综合抗性高抗的 15 个品种(系)和 3 个具有垂直抗性的主栽品种的抗性状况。结果表明, 混合根结线虫综合抗性高抗的品种(系)中有 6 个对南方根结线虫具有一定的抗病性, 由强到弱依次为 G278-15 和 SA1215 > NCTG70 > 德江小黑烟 > SPG108、梧桐叶 1012; 3 个烤烟主栽品种中, 对南方根结线虫的抗性表现为 K326 优于云烟 87, 红花大金元抗性丧失。此外, 研究结果可为当地优质烟叶生产合理防控根结线虫提供科学依据, 也可为南方根结线虫的抗性育种提供目标抗性资源。

**关键词:** 烤烟品种; 普通烟草; 南方根结线虫; 抗病性评价; 抗性退化

**中图分类号:** S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2019) 06-0001-06

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.06.001

### Selection of Disease Resistant to *Meloidogyne incognita* from Cultivated *Nicotian tabacum* and Evaluation on Resistance Degradation of Main Varieties

XU Xingyang<sup>1</sup>, ZHAO Honglong<sup>1</sup>, LI Fengli<sup>2</sup>, LI Meiyang<sup>1</sup>, WANG Yanxing<sup>3</sup>, ZHU Jinhui<sup>3</sup>, JIAO Fangchan<sup>4\*</sup>

(1. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051;  
2. Yunnan Provincial Tobacco Company Wenshan Branch, Wenshan, Yunnan, China 663000;  
3. College of Tobacco Science, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, China 650201;  
4. Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan, China 650021)

**Abstract:** In order to evaluate the resistance degradation of main variety tobacco in Yunnan and to select tobacco varieties with the disease resistance to *M. incognita*, the field experiment was conducted with NC95 as the disease-resistant control, and “Guiding Jianyezhe” as the symptomatic control to study 15 varieties for the resistance to mixed incongnita with comprehensive high resistance and 3 main varieties with vertical resistance. The results showed that among the varieties in the mixed incongnita with comprehensive high resistance, 6 cultivars had disease resistance to *M. incognita*. The disease incidence from high to low ranged from G278-15, SA1215, NCTG70, Dejiang Black Smoke, SPG108, and Wutongye 1012; Among the three major widely commercial released varieties of flue-cured tobacco, the cultivar of K326 had higher resistance to *M. incognita* than that of Yunyan87, while the cultivar “Honghuada-jinyuan” was susceptible to *M. incognita*. Therefore, this study provided a scientific basis for the prevention and control of root-knot nematodes in high-quality leaf production, and target resistance resources for tobacco breeding of disease resistant to *M. incognita*.

**Key words:** flue-cured tobacco variety; *Nicotian tabacum*; *Meloidogyne incognita*; disease resistance evaluation; resistance degradation

收稿日期: 2019-11-12

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司重点科技项目“基于品牌导向的烟叶定向需求技术研究与应用(2017YN12); 优质抗病烤烟新品种选育(2019Y30000241001)”。

作者简介: 徐兴阳(1974—), 男, 云南盐津人, 高级农艺师, 硕士, 主要从事烟草农业新品种、新技术、新方法、新材料等研究。

\* 通讯作者: 焦芳婵(1975—), 女, 山西运城人, 副研究员, 博士, 主要从事烟草育种研究, E-mail: 578340532@qq.com.

根结线虫在大农业中普遍存在，在蔬菜、花卉、烟草、中药材等都有大量危害的报道<sup>[1-5]</sup>，属于世界性病害。当前，烟草根结线虫已经上升为云南的昆明、文山等地优质烟区烟叶生产的主要病害，不仅给烟叶生产造成重大损失，严重打击了烟农的种烟积极性<sup>[6-8]</sup>，甚至还明显影响到大农业生产，如昆明市富民县款庄乡和平村委会烟区根结线虫已经影响到蔬菜的种植，各种蔬菜根结线虫病的现象十分普遍。研究表明<sup>[6-7,9]</sup>，土壤中根结线虫种类是动态变化的，有的年份或局部区域是南方根结线虫为优势种或主要种群，有的年份或局部区域又是花生根结线虫为优势种或主要种群。当前，随着对根结线虫的深入研究及制药水平的提升，已经有多种方法及药剂可供防治根结线虫病选择，从物理方法到化学药剂再到生物防治的综合应用或单一措施都能收到较好的效果<sup>[10-13]</sup>。

然而，烟叶生产上选择抗病品种始终是最经济、安全的有效手段。当前，昆明烟区主栽烤烟品红花大金元、K326、云烟 87 等品种对根结线虫基

本都是垂直抗性，很可能会因为长期选择其为种植品种而导致抗性的退化甚至丧失，给病害的爆发流行埋下了很大隐患。因此，本研究拟就当前烤烟主栽品种及抗根结线虫的普通（红花）烟草资源进行田间抗病性评价，旨在重点关注主栽品种的抗病性退化及筛选抗性资源，为当地烟叶生产及抗病育种提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试土壤

试验于 2019 年在云南省昆明市富民县款庄镇和平村委会进行，海拔 2 241 m，山地红壤，前作烤烟，烤烟连作 10 a，历年有根结线虫发病史。于 4 月 17 日播种，5 月 31 日移栽，9 月 26 日（成熟期）在试验田耕层进行随机多点（6 个点）取样，经云南农业大学植保学院检测和鉴别，土壤根结线虫种类均为南方根结线虫，检测结果见表 1。

表 1 试验地土壤根结线虫数量检测及种类鉴别

样品编号	取样土壤	根结线虫种类	数量/[条·(100 mL 土) <sup>-1</sup> ]
1#	根结线虫病较严重（4~5 级）小区	南方根结线虫	1 332
2#	根结线虫病中度发生（2~3 级）小区	南方根结线虫	381
3#	根结线虫病轻度或无发生（0~1 级）小区	南方根结线虫	352

1.1.2 供试品种

供试普通烟草包括来自国内外的烤烟和地方晾晒烟 20 个，其中：根结线虫综合抗性高抗（HR）

15 个，综合抗性感病（S）对照 1 个，具有南方根结线虫垂直抗性为中抗（MR）的主栽烤烟品种 3 个，以及垂直抗性对照 1 个，详见表 2。

表 2 供试普通烟草根结线虫抗性及基本情况

编号	品种（系）	类型	原产地	混合种群*/南方根结线虫**	参考文献
JK01	68E-2	烤烟	中国贵州	HR*	[14]
JK02	SPG108	烤烟	美国	HR*	[14]
JK03	德江小黑烟	地方晾晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK04	NCTG70	烤烟	美国	HR*	[14]
JK05	开阳大黑烟	地方晾晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK06	福泉尖叶折烟	烤烟	中国贵州	HR*	[14]
JK07	NB1	烤烟	中国贵州	HR*	[14]
JK08	光柄大耳朵	地方晾晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK09	绥阳大蒲扇叶	地方晾晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK10	7402	烤烟	中国贵州	HR*	[14]
JK11	湄潭大鸡尾	地方晾晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK12	狮山晒烟	地方晒烟	中国贵州	HR*	[15]
JK13	贵定尖叶折烟（CK1）	地方晾晒烟	中国贵州	S*	[15]

续表 2

编号	品种 (系)	类型	原产地	混合种群*/南方根结线虫**	参考文献
JK14	梧桐叶 1012	烤烟	中国贵州	HR*	[14]
JK15	G278-15	烤烟	美国	HR*	[16]
JK16	SA1215	烤烟	美国	HR*	[16]
JK17	红花大金元	烤烟	中国云南	MR**	[17]
JK18	NC95 (CK2)	烤烟	美国	MR*/R**	[14]—[18]
JK19	云烟 87	烤烟	中国云南	MR**	[19]
JK20	K326	烤烟	美国	MR**	[17]—[18]

注: \* 号是指对南方根结线虫、爪哇根结线虫和花生根结线虫的混合种群的综合抗性; \*\* 号是指仅对南方根结线虫的抗性。

1.2 试验方法

对供试 20 个普通烟草进行编号, 随机完全区组排列, 3 次重复, 每个小区 1 垧 (20 株), 利用土壤自身的根结线虫侵染烟株根系, 重点调查田间自然发病情况。

1.3 调查方法

1.3.1 烟草根结线虫调查方法

烟草根结线虫病分级、发病率和病情指数, 参照烟草病虫害分级及调查方法 (GB/T 23222—2008) 执行, 病害发生程度划分标准参照烟草病害预测预报调查规程“第 5 部分: 根结线虫病”

(YC/T 341.5—2010) 执行。

拔根检查分级标准如下。

- 0 级: 根部正常;
- 1 级: 1/4 以下根上有少量根结;
- 3 级: 1/4 至 1/3 根上有少量根结;
- 5 级: 1/3 至 1/2 根上有根结;
- 7 级: 1/2 以上根上有根结, 少量次生根上发生根结;
- 9 级: 所有根上 (包括次生根) 长满根结。

烟草根结线虫病病害发生程度划分标准见表 3。

表 3 烟草根结线虫病病害发生程度分级指标

级别	0 (无发生)	1 (轻度发生)	2 (中等偏轻发生)	3 (中等发生)	4 (中等偏重发生)	5 (严重发生)
病情指数	0	0 < M ≤ 5	5 < M ≤ 20	20 < M ≤ 35	35 < M ≤ 50	M > 50

1.3.2 烟草生物学性状观测方法

生育期及农艺性状参照烟草生物学性状调查测量方法 (YC/T 142—2010)。于中心花开放期, 测量株高、茎围、叶数、最大腰叶长宽等指标, 每个小区调查 5 株, 计算平均值。须根占比 = [(须根鲜质量 × 100) / 地下部分鲜质量] × 100%。

1.4 其他

数据统计分析借助 DPS 数据统计软件<sup>[20]</sup>, 对农艺性状数据进行多元分析、聚类分析、系统聚类、数据主成分转换、欧式平方距离、利差平方和法的步骤处理。田间生产措施, 除不针对根结线虫进行药剂防控外, 施肥量 (施纯氮 75.0 kg/hm<sup>2</sup>, 三要素比为  $m(\text{氮}):m(\text{磷}):m(\text{钾})=1:1:3$ ) 及施肥方法完全一致, 其余耕作、防病措施及栽培管理措施均按照当地优质烟生产技术标准及管理标准

执行。

2 结果与分析

2.1 供试普通烟草农艺性状聚类分析

从表 4 和图 1 看出, 供试 20 个烟草品种 (系) 间中心花开放期和农艺性状差异较大。通过对数据进一步进行聚类分析表明, 可将它们分为 3 大类, 第 I 类包括 NB1、SPG108 和 68E-2; 第 II 类包括 NC95、云烟 87、德江小黑烟、狮山晒烟和湄潭大鸡尾; 第 III 类包括 SA1215、G278-15、梧桐叶 1012、7402、红花大金元、K326、福泉尖叶折烟、NCTG70、开阳大黑烟、绥阳大蒲扇叶、光柄大耳朵和贵定尖叶折烟。由此说明, 烤烟和地方晾晒烟的生育期和农艺性状存在较高的相似性, 除第 I 类全部为烤烟之外, 第 II 和 III 类都包含有烤烟和地方晾晒烟。

表 4 供试普通烟草主要农艺性状观测结果

品种（系）	移栽至中心花 开放期天数/d	自然株高 /cm	自然叶数 /片	最大腰叶		茎围/cm	节距/cm
				长/cm	宽/cm		
68E-2	72	54.3	14.8	60.6	26.1	8.0	3.7
SPG108	69	51.5	18.0	61.2	26.7	8.0	2.9
德江小黑烟	63	101.9	18.5	59.9	31.6	8.2	5.5
NCTG70	65	91.6	21.0	65.1	23.4	8.2	4.4
开阳大黑烟	65	79.3	18.5	61.3	29.4	8.9	4.3
福泉尖叶折烟	70	85.6	19.3	62.1	30.1	8.2	4.4
NB1	65	40.8	17.3	60.1	32.4	9.6	2.4
光柄大耳朵	63	73.4	16.0	56.7	22.4	7.7	4.6
绥阳大蒲扇叶	69	96.2	17.5	63.0	29.9	8.7	5.5
7402	66	95.8	24.5	70.4	35.0	10.9	3.9
湄潭大鸡尾	61	139.4	19.5	58.1	18.9	5.0	7.1
狮山晒烟	65	119.2	19.8	79.4	27.9	8.7	6.0
贵定尖叶折烟	65	66.4	19.8	66.4	28.3	8.2	3.4
梧桐叶 1012	65	84.8	18.5	55.4	21.3	7.4	4.6
G278-15	66	90.9	18.8	55.4	19.8	7.5	4.8
SA1215	66	86.3	18.8	58.2	19.4	7.3	4.6
红花大金元	65	76.8	18.5	63.2	25.5	8.2	4.1
NC95	66	109.0	18.8	54.9	30.9	8.7	5.8
云烟 87	61	106.0	19.8	67.1	30.4	8.8	5.4
K326	65	75.0	19.5	66.7	24.4	8.1	3.8

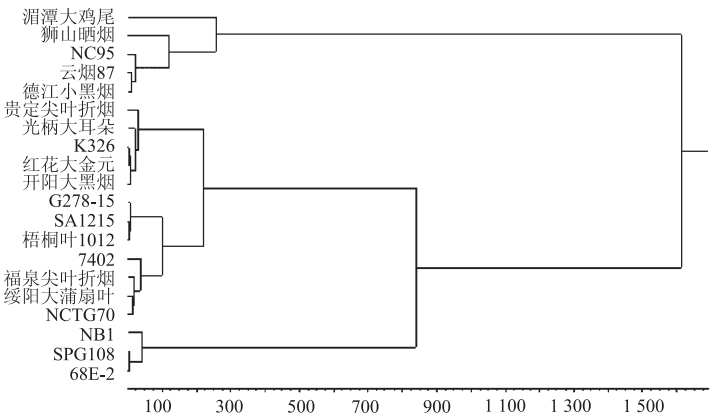


图1 供试普通烟草生物学性状指标聚类分析

2.2 供试普通烟草抗线虫能力分析

从表 5 看出，供试 20 个烟草品种（系）对南方根结线虫的抗性差异很大，发生程度分为 5 个级别. 其中以 G278-15、SA1215 发生为 0 级最轻，NCTG70 为 1 级次之，K326 为 2 级，德江小黑烟为 3 级，SPG108、梧桐叶 1012、NC95（CK）和云烟 87 为 4

级，其余 11 个烟草品种（系）均为 5 级. 对比表 2 抗性数据进一步说明，一方面，对混合种群抗性良好的烟草品种（系）对单一的南方根结线虫抗性不一定好；另一方面，品种审定时对南方根结线虫同为中抗（MR）水平的烤烟主栽品种已经发生了分离，以 K326 抗性最好，云烟 87 次之，红花大金元最差.

表5 供试普通烟草抗线虫能力及烟株根系发育状况

处理	品种(系)	根结线虫发生程度			烟株根系发育状况	
		发病率/%	病情指数	发生程度分级	地下部分/(株·kg <sup>-1</sup> )	须根占比/%
JK01	68E-2	100	81.0	5	0.27	4.1
JK02	SPG108	80	46.8	4	0.38	11.3
JK03	德江小黑烟	80	21.6	3	0.37	10.6
JK04	NCTG70	20	1.8	1	0.46	15.3
JK05	开阳大黑烟	100	81.0	5	0.26	3.7
JK06	福泉尖叶折烟	100	81.0	5	0.67	15.2
JK07	NB1	100	66.6	5	0.41	11.5
JK08	光柄大耳朵	100	81.0	5	0.45	9.9
JK09	绥阳大蒲扇叶	100	66.6	5	0.28	5.7
JK10	7402	100	81.0	5	1.01	15.5
JK11	湄潭大鸡尾	100	81.0	5	0.21	6.0
JK12	狮山晒烟	100	66.6	5	0.27	5.6
JK13	贵定尖叶折烟	100	73.8	5	0.50	4.6
JK14	梧桐叶 1012	100	48.6	4	0.26	4.2
JK15	G278-15	0	0.0	0	0.26	15.5
JK16	SA1215	0	0.0	0	0.41	15.4
JK17	红花大金元	100	66.6	5	0.70	3.2
JK18	NC95	100	45.0	4	1.08	15.1
JK19	云烟 87	100	45.0	4	0.80	16.1
JK20	K326	100	12.6	2	0.59	10.4

2.3 南方根结线虫对普通烟草根系发育的影响

从表5看出,供试20个烟草品种(系)烟株根系发育差距很大,单株地下部分鲜质量在0.21~1.08 kg之间;须根占比差异也很大,变化幅度在3.2%~16.1%之间。总体来看,须根以JK04、JK06、JK10、JK15、JK16、JK18、JK19等7个代号对应的品种(系)发育良好,须根占比在15%左右;须根以JK02、JK03、JK07、JK08、JK20等5个代号对应的品种(系)发育中等,须根占比在10%左右;而须根以JK01、JK05、JK09、JK11、JK12、JK13、JK14、JK17等8个代号对应的品种(系)发育较差,须根占比在5%左右。为此,对应根结线虫发生程度进行分析可知,感染南方根结线虫的烟草品种(系)须根发育受到明显影响,但须根的发育除与感染程度有关外,还与品种(系)自身特性有关。

3 小结与讨论

3.1 讨论

1) 烤烟和地方晾晒烟的生育期和农艺性状存在较高的相似性。这是因为本试验供试20个烟草品种(系)均属于植物学分类上的同一个科(茄科 Solanaceae)、属(烟草属 *Nicotiana*)、亚属(普通烟草亚属 *Tabacum*)和“种”,亦即普通(红

花)烟草种(*N. Tabacum* L.),仅仅是因为人们采用特定的方法进行栽培和调制,从而形成了烤烟、晾晒烟等不同的烟草类型<sup>[20]</sup>。

2) 烟草对根结线虫的抗性,综合抗性并不等同于单一抗性。本试验供试20个烟草品种(系)中,除主栽品种和NC95外,其余16个烟草品种(系)均仅有综合抗性评价,但具体对南方根结线虫单一线虫的抗性未做评价。从本试验来看,供试的15个综合抗性高抗(HR)品种(系)中,仅有G278-15、SA1215、NCTG70、德江小黑烟、SPG108、梧桐叶1012等6个材料表现出一定的抗性,其余11个品种(系)根结线虫病害发生严重。

3) 主栽烤烟品种抗病性已出现退化现象。红花大金元和K326均于1988年审定,云烟87于2000年审定,审定时这3个品种对南方根结线虫均为中抗(MR)水平<sup>[17,19]</sup>。而本试验中,这3个主栽品种对南方根结线虫的抗性不一致,以K326抗性最好,发生程度为2级;云烟87与抗性对照NC95相当,发生程度为4级;而红花大金元抗性最差,与感病对照“贵定尖叶折烟”一致,发生程度为5级。针对红花大金元对南方根结线虫的抗性退化结果,与早在2006年王刚等<sup>[21]</sup>报道是一致的。由此说明,主栽品种抗根结线虫的抗性的确发生了退化,K326

不明显, 云烟 87 与红花大金元退化明显。

4) 南方根结线虫侵染烟草根系后, 须根系生长发育状况表现与品种自身抗性及自身的遗传背景有关。本试验中, 南方根结发生严重的 11 个普通烟草中, 7402 和福泉尖叶折烟 2 个品种 (系) 须根发育良好, NB1 和光柄大耳朵 2 个品种 (系) 须根发育中等, 其余 7 个品种 (系) 须根发育差。反之, 本试验中抗性好 (病害发生程度 0~3) 的 5 个普通烟草, 均表现为须根系发育良好。而以往报道, 只是涉及品种自身抗性方面, 根结线虫抗性差的品种, 线虫一旦侵染根系后, 就会诱导根部寄主细胞形成巨型细胞而产生根结<sup>[22-23]</sup>, 但未见部分感病品种为何须根系发育受影响较小的报道, 具体原因应该是与品种自身遗传特性有关, 但原因尚有待研究。

### 3.2 结论

田间试验研究表明, 15 个根结线虫综合抗性高抗的普通烟草种中, 仅有 G278-15、SA1215、NCTG70、德江小黑烟、SPG108、梧桐叶 1012 等 6 个材料表现出一定的抗性, 抗性由强到弱依次为 G278-15 和 SA1215 > NCTG70 > 德江小黑烟 > SPG108、梧桐叶 1012; 3 个烤烟主栽品种中, 对南方根结线虫的抗性表现为 K326 优于云烟 87, 红花大金元抗性丧失。

### 【参考文献】

- [1] 方宇澄, 徐庆丰, 承河元, 等. 中国烟草病虫害彩色图志 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1991.
- [2] 沈伯葵, 孙时宜, 戴雨生. 南京地区林木花卉及杂草根结线虫的调查 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 1990, 14 (3): 37-42.
- [3] 张博. 山东省不同地区蔬菜根结线虫的抗药性差异与化学防治研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2002.
- [4] 杨佩文, 崔秀明, 董丽英, 等. 云南三七主产区根结线虫病原线虫种类鉴定及分布 [J]. 云南农业大学学报 (自然科学版), 2008, 23 (4): 479-482.
- [5] 张喆. 云南烟草根结线虫的种类鉴定 [D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2016.
- [6] 徐兴阳, 罗华元, 饶智, 等. 昆明植烟土壤根结线虫种群动态研究 [J]. 昆明学院学报, 2013, 35 (6): 11-14.
- [7] 徐兴阳, 杨艳梅, 端永明, 等. 昆明烤烟种植区根结线虫种类的初步鉴定 [J]. 云南农业大学学报 (自然科学版), 2017, 32 (5): 955-959.
- [8] 余清, 刘月静. 文山州烟草根结线虫发生规律及分布研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41 (12): 5295-5298.
- [9] 喻盛甫, 胡先奇, 王扬, 等. 云南烟草根结线虫优势种群动态规律研究 [J]. 云南农业大学学报 (自然科学版), 1998, 13 (1): 52-58.
- [10] 徐兴阳, 杨艳梅, 李杰, 等. 昆明烟区根结线虫种类及生防制剂防效评价 [J]. 昆明学院学报, 2017, 35 (6): 1-6.
- [11] 高学彪, 邓穗儿, 周慧娟, 等. 淡紫拟青霉 MC-WA18 菌株对南方根结线虫的寄生和防治作用 [J]. 中国生物防治, 1998, 14 (4): 163-166.
- [12] 肖顺, 张绍升, 刘国坤. 淡紫拟青霉对根结线虫的防治作用 [J]. 福建农林大学学报 (自然科学版), 2006, 35 (5): 463-465.
- [13] 聂海珍, 孙漫红, 李世东, 等. 棉隆与淡紫拟青霉联合防治番茄根结线虫病的效果评价 [J]. 植物保护学报, 2016, 43 (4): 689-696.
- [14] 王仁刚, 李莉, 杨春元, 等. 贵州烤烟品种资源对根结线虫的抗性鉴定 [J]. 贵州农业科学, 2007, 35 (6): 57-59.
- [15] 王仁刚, 杨春元, 吴春, 等. 贵州晾晒烟品种资源对根结线虫的抗性研究 [J]. 贵州农业科学, 2008, 36 (17): 7242-7243, 7252.
- [16] TENSION B S N, REBECA C R, KENNETH R B, et al. Identification of sources of resistance to four species of root-knot nematodes in tobacco [J]. Journal of Nematology, 1999, 31 (3): 272-282.
- [17] 雷永和, 许美玲, 黄学跃, 等. 云南烟草品种志 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1997.
- [18] 李梅云, 焦芳婵, 曾建敏, 等. 不同类型烟草新品种 (系) 对南方根结线虫的抗性鉴定 [J]. 烟草科技, 2017, 50 (11): 22-27.
- [19] 李永平, 王颖宽, 马文广, 等. 烤烟新品种云烟 87 的选育及特征特性 [J]. 中国烟草科学, 2001 (4): 38-42.
- [20] 王东胜, 刘贯山, 李章海. 烟草栽培学 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [21] 王刚, 沈永红, 王俊芳, 等. 南方根结线虫侵染不同抗性烟草品种的组织病理学观察 [J]. 中国烟草科学, 2006 (2): 20-22.
- [22] 杨建卿. 烟草病理学 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2003.
- [23] 王袁, 李晓辉, 武恒燕, 等. 南方根结线虫侵染对不同烟草品种生理生化指标的影响 [J]. 贵州农业科学, 2017, 45 (1): 48-51.