

# 不同间作方式对烤烟生长及烟叶重金属含量的影响

饶智<sup>1</sup>, 罗华元<sup>1</sup>, 杨应明<sup>1</sup>, 李枝桦<sup>1</sup>, 陈云飞<sup>2\*</sup>

(1. 红河烟草(集团)有限责任公司, 云南昆明 650022; 2. 普洱学院农林学院, 云南普洱 665000)

**摘要** [目的]找出行之有效的利用不同间作方式控制烤烟重金属含量的栽培措施方法。[方法]采用不同的间作方式处理, 调查研究烤烟生长期生物学特性和采烤后土壤及烟叶中的重金属含量。[结果]大田间作试验发现, 不同间作处理对烟株生长有促进作用, 间作青豆的处理, 效果更加明显。在保证烟株旺盛生长的同时, 间作对于土壤和烟叶中部分重金属含量的影响差异显著。[结论]在生产中进行适当间作, 对于烤烟生长和降低烟叶重金属含量具有一定的实际意义。

**关键词** 烟草; 间作; 重金属; 健康

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)22-040-04

## Effects of Tobacco's Growth and Heavy Metal Content in Flue-cured Tobacco by Different Intercropping Ways

RAO Zhi<sup>1</sup>, LUO Hua-yuan<sup>1</sup>, YANG Ying-ming<sup>1</sup>, CHEN Yun-fei<sup>2\*</sup> et al (1. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co. Ltd, Kunming, Yunnan 650022; 2. College of Agriculture and Forestry, Pu'er University, Pu'er, Yunnan 665000)

**Abstract** [Objective] The aim was to find out an effective intercropping method to control heavy metal content of flue-cured tobacco. [Method] By using different intercropping methods, biological characteristics during flue-cured tobacco growth period and heavy metal content in soil and tobacco after harvest were investigated. [Result] Different intercropping treatments had promoting effects on tobacco growth, intercropping green beans had more obvious effect. At the same time of ensuring tobacco plant growth, effects of intercropping treatments on heavy metal content in soil and tobacco leaf had significant differences. [Conclusion] Proper intercropping in production has a certain practical significance on flue-cured tobacco growth and heavy metal content reduction.

**Key words** Tobacco; Intercropping; Heavy metal; Health

近年来,随着工业化、城市化的进展和农业集约化的发展,重金属污染日益严重。重金属在土壤中的降解性较低、迁移性较差,易于被植物累积吸收<sup>[1-2]</sup>,过量的重金属不仅会影响植物的生长发育,而且还会通过食物链威胁人体健康。烟草属于易累积重金属植物<sup>[2]</sup>,重金属浓度高的烟叶中,糖碱比和氮碱比升高,化学成分趋于不协调,不利于烟叶香吃味的形成,因而降低了烤烟的商品价值。烟草中的重金属元素能以气溶胶或金属氧化物的形式通过主流烟气进入人体,对人体造成潜在的危害<sup>[3-4]</sup>。随着人们对健康的关注增加,控制烤烟重金属含量也逐渐成为烟草安全性研究亟待重视的课题。目前,研究间作与烤烟生长及产质量关系的较多,而对间作与烟叶中重金属含量相关性的研究相对较少,该研究采用不同的间作方式处理,调查研究烤烟生长期生物学特性和采烤后土壤及烟叶中的重金属含量,探讨不同间作方式对烤烟生长及降低烟叶中重金属含量的影响,旨在找出相对可靠的利用不同间作方式控制烟草重金属含量的可行性方法。

## 1 材料与方

**1.1 试验地概况** 选择景谷县永平镇芒腊村、思茅区龙潭镇平掌村、宁洱县普义镇普义村下寨3处试验地同时进行。试验地的情况如下:景谷县永平镇芒腊村回窝小组,地势平坦、交通便利,排灌方便,光照充足,土壤轻红壤,前茬休闲;思茅区龙潭镇平掌村地势平坦、交通便利,排灌方便,光照充足,土壤轻红壤,前茬小麦;宁洱县普义镇普义村下寨,土壤

为红壤土,前茬作物小麦。

**1.2 试验设计** 试验设4个处理:①烤烟套种甘薯;②烤烟套种青豆;③烤烟套种一行甘薯一行青豆;④对照(CK)。各处理设3次重复,随机区组排列,每小区种烟70株,四周设保护行。肥料施用甘薯、青豆、烤烟专用复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O为12:12:24)和硫酸钾(K<sub>2</sub>O≥51%)。

**1.3 观察和数据记载** ①生育期调查。调查各处理各生育时期的时间,大田生育期的天数。②田间农艺性状调查。在烟株团棵期,打顶后分别测定株高、茎围、叶片数等农艺性状。③烟叶采收后在各处理内取土样和烟样,用于重金属含量测定。以上各项记载标准统一按照国家规定的标准执行。数据整理以及统计分析应用Excel软件和SPSS数据处理分析软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同间作方式对烤烟生长的影响

**2.1.1 不同间作方式对烤烟生育时期的影响。**由表1可看出,通过不同间作方式处理后,3个试验地区烤烟的团棵期、旺长期、现蕾期以及打顶后都比对照稍有提前,特别是间作青豆的处理,比对照提前天数较多,而从整个大田生育期来说,间作青豆处理比对照少几天,可见烤烟间作其他作物,特别是间作青豆,能有效促进烤烟植株均衡吸收养分,有效改善养分利用率,利于烟苗的早生快发和快速生长,有利于烟叶内含物质的快速积累和转化,并促使烟叶提前成熟,对于提高土地利用具有积极作用<sup>[5-6]</sup>。

**2.1.2 不同间作方式对烟株农艺性状的影响。**由表2可看出,在团棵期不同处理烟株株高与对照均有差异性,其中处理①和处理②的株高比对照的株高差异性显著,说明团棵期各处理比对照长势均相对较强。烟株打顶后,各处理株高与

**基金项目** 红河烟草(集团)科技项目(HYHH2013YL01)。

**作者简介** 饶智(1973-),男,云南昭通人,硕士,高级农艺师,从事烟草原料研究。\*通讯作者,硕士,从事烟草生理、作物栽培方面研究。

**收稿日期** 2016-05-30

对照相比差异性不显著,进一步说明,烤烟间作其他作物能促使烤烟前期快速生长且效果比较明显,这对于烤烟后期干

物质积累和转化可能会有较积极的影响,对烤烟产量品质形成有利,能有效提升烤烟的产量品质,提高烟叶的产值<sup>[7]</sup>。

表 1 不同处理生育时期

Table 1 Growth stage of different treatments

d

处理 Treatment	移栽期 Transplanting period	团棵期 Resettling stage	旺长期 Vigorous growing stage	打顶期 Topping stage	大田生育期 Field growth period	
永平 Yongping	①	04-21	32	40	72	123
	②	04-21	31	38	71	121
	③	04-21	32	41	74	122
	CK	04-21	34	44	76	124
普义 Puyi	①	04-21	31	39	73	122
	②	04-21	29	38	72	120
	③	04-21	30	42	73	122
	CK	04-21	33	43	75	124
龙潭 Longtan	①	05-26	29	37	72	118
	②	05-26	27	36	70	113
	③	05-26	30	41	74	119
	CK	05-26	31	42	74	120

表 2 不同间作方式对烟株株高的影响

Table 2 Effect of different intercropping treatments on plant height of tobacco

d

生育时期 Growth period	处理 Treatment	均差 Mean difference	标准误 Standard error	概率值 Probability value	95% 置信区间 95% confidence interval	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
团棵期 Resettling stage	①	3.266 67*	1.120 27	0.019	0.683 3	5.850 0
	②	2.900 00*	1.120 27	0.032	0.316 7	5.483 3
	③	0.533 33	1.120 27	0.647	-2.050 0	3.116 7
打顶后 After topping	①	1.000 00	2.640 18	0.715	-5.088 3	7.088 3
	②	4.066 67	2.640 18	0.162	-2.021 6	10.154 9
	③	4.000 00	2.640 18	0.168	-2.088 3	10.088 3

注: \* 在 0.05 水平上有显著性差异。

Note: \* stands for the mean difference is significant at the 0.05 level.

由表 3 可看出,在团棵期,处理①、②、③的茎围均比对照要大且有显著性差异,打顶后,处理①、处理②的茎围比对照高且有显著性差异。可以说明,间作对烤烟的生长均有促进作用,促使烟株健壮生长,茎秆增粗,进而提高植株的抗逆

性,改善植株养分吸收和转运速度,又对烟株生长起到促进作用<sup>[8]</sup>,促使叶片增大变厚,烟叶内干物质积累多、转化快,烟叶产量品质将得到提升。几种间作方式处理中,间作青豆具有更加优良的表现。

表 3 不同间作方式的烟株茎围

Table 3 Tobacco stem circumference of different treatments

生育时期 Growth period	处理 Treatment	均差 Mean difference	标准误 Standard error	概率值 Probability value	95% 置信区间 95% confidence interval	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
团棵期 Resettling stage	①	1.766 67*	0.406 89	0.002	0.828 4	2.704 9
	②	1.566 67*	0.406 89	0.005	0.628 4	2.504 9
	③	0.966 67*	0.406 89	0.045	0.028 4	1.904 9
打顶后 After topping	①	1.500 00*	0.432 69	0.008	-2.497 8	-0.502 2
	②	2.166 67*	0.432 69	0.001	1.168 9	3.164 5
	③	0.600 00	0.432 69	0.203	-0.397 8	1.597 8

注: \* 在 0.05 水平上有显著性差异。

Note: \* stands for the mean difference is significant at the 0.05 level.

**2.1.3 不同间作方式对烟株叶数的影响。**由表 4 可看出,不同间作方式处理后,烤烟团棵期和旺长期,间作处理间的烟株叶数比对照均有所增加;打顶后,处理②的留叶数与对照呈显著性差异。表明烟田间作有助于增加烤烟留叶数,尤其是套种青豆后,有助于烟株叶片早生快发,使得烤烟的有效叶片数明显增加,可提高烟叶的产量,提升烟叶产值。

## 2.2 不同间作方式对烤烟重金属含量的影响

**2.2.1 不同间作方式对土壤和烟叶中汞含量的影响。**如图

1 所示,烟叶收获后测量土壤和干烟叶中的汞含量后发现,3 个间作处理中,处理①的土壤中汞含量相对要高,处理②次之,处理③最低,而与对照相比发现,对照土壤中的汞含量均高于间作处理。说明间作后土壤中的重金属含量可能有所降低,其中间作青豆加甘薯的效果更加明显。永平、普义和龙潭 3 个试验地相比较,永平试验地土壤中的汞含量较低,其余两处试验地土壤中汞含量均较高,这可能是地区差异造成的。对各试验地烟叶中的汞含量检测发现,所有试验地烟

叶中汞含量均比较低,这说明烟叶从土壤中吸收汞可能较少,从降水、空气、农药特别是含汞杀菌剂中吸收的可能性较大<sup>[9]</sup>。对不同处理间而言,处理①和处理②烟叶中汞含量相

对较低,说明这2个处理对于降低烟叶中的汞含量具有一定的积极效应。

表4 不同间作方式的烟株叶数

Table 4 Leaf number on different intercropping treatments

生育时期 Growth period	处理 Treatment	均差 Mean difference	标准误 Standard error	概率值 Probability value	95% 置信区间 95% confidence interval	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
团棵期 Resettling stage	①	2.333 33	0.942 81	0.321	-3.273 9	7.940 5
	②	3.000 00	0.942 81	0.200	-2.607 2	8.607 2
	③	0.666 67	0.881 92	0.943	-6.075 9	7.409 3
打顶后 After topping	①	0.666 67	1.000 00	0.524	-1.639 3	2.972 7
	②	2.333 33*	1.000 00	0.048	0.027 3	4.639 3
	③	1.000 00	1.000 00	0.347	-1.306 0	3.306 0

注: \* 在 0.05 水平上有显著性差异。

Note: \* stands for the mean difference is significant at the 0.05 level.

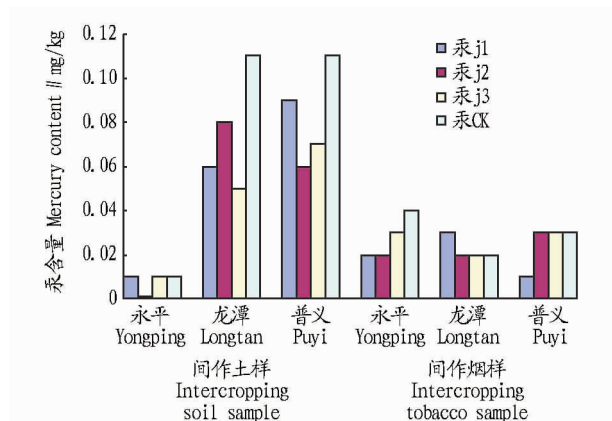


图1 土壤及烟叶中的汞含量

Fig. 1 Mercury content in soil and tobacco leaves

**2.2.2 不同间作方式对土壤和烟叶中砷含量的影响。**由图2可看出,3处试验地土壤中的砷含量差异较大,龙潭乡试验地中的砷含量最高,达到100 mg/kg左右,永平试验地土壤中砷含量水平最低,大致在10 mg/kg以下,这说明永平试验地的土壤砷污染较轻,龙潭乡试验地有可能会造成烟叶中砷污染。但从烘烤后的干烟叶中可看出,3处试验地的烟叶中砷含量较低且水平接近,土壤中的砷污染状况对烟叶中的砷含量影响不大。这可能是烟株从土壤中吸收砷的能力并不强,可以认为,土壤中的砷污染可能不会成为导致烟叶中砷含量增加的主要因素。在不同处理之间,烟叶砷含量的差别不大。因此,间作处理对烟叶中的砷含量影响还不明确,需要进一步的研究论证。

**2.2.3 不同间作方式对土壤和烟叶中铅含量的影响。**由图3可看出,龙潭土壤中的铅含量最高,可能说明龙潭试验地的铅污染相对较高。3处试验地各处理之间的铅含量相差不大。在干烟叶中,各个试验地各处理铅含量均比较低,说明烟叶从土壤中和农药中吸收铅的能力均较低,可以预测铅或许不会成为普洱烟区烟叶中主要的重金属污染因素。

**2.2.4 不同间作方式对土壤和烟叶中镉含量的影响。**图4表明,3处试验地中,永平、普义土壤中的镉含量很低,而龙潭土壤中镉含量较高,各处理之间又以对照土壤中的镉含量相

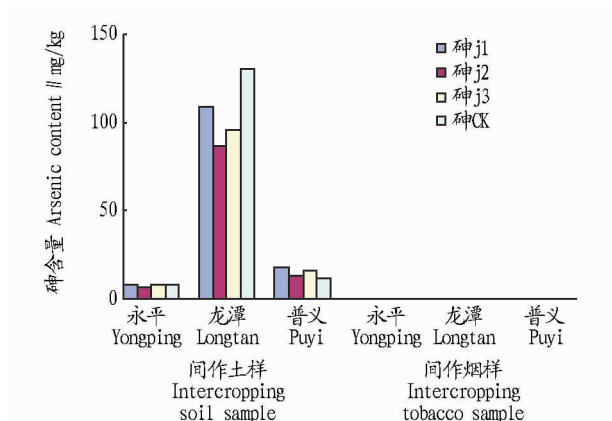


图2 土壤及烟叶中的砷含量

Fig. 2 Arsenic content in soil and tobacco leaves

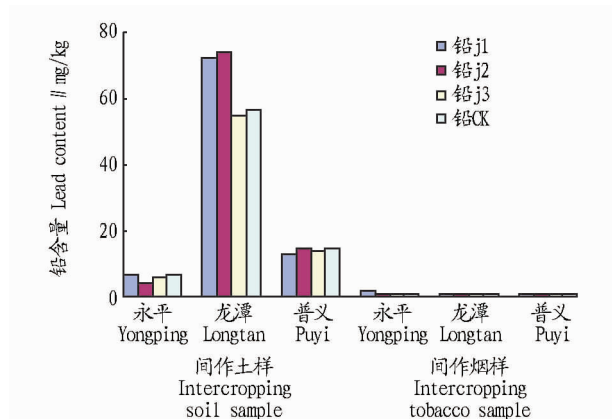


图3 土壤及烟叶中的铅含量

Fig. 3 Lead content in soil and tobacco leaves

对高。3处试验地烟叶中镉含量均比土壤中含量高得多,各个试验地不同处理之间,又以对照中的镉含量相对较高,从而表明,镉可能也是通过外施药剂、肥料等途径进到烟叶中去,且镉比较容易被烟株吸收<sup>[10-11]</sup>,不同处理对烤烟镉含量有较大影响,其中以红薯与青豆混间作的处理控制镉含量效果较好。

### 3 结论及讨论

当前烤烟间作其他作物的研究较多,但多集中于讨论间

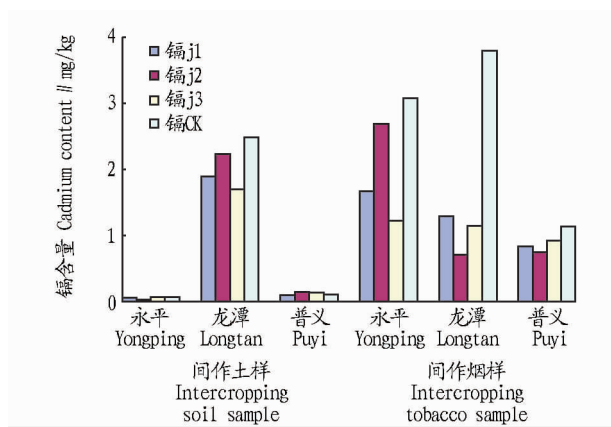


图4 土壤及烟叶中镉的含量

Fig.4 Cadmium content in soil and tobacco leaves

作对烤烟产量、品质及病虫害防治的影响,多数研究认为不同作物间作处理对于烟株的健壮生长有促进作用<sup>[5-7,12-13]</sup>,也有研究认为间作对于控制烤烟病虫害发生具有较明显的作用<sup>[14-15]</sup>。该研究通过间作处理,探析了间作对烤烟生长和控制及降低烟叶重金属含量的影响。结果表明,间作对于促进烟株生长发育有积极效应,这与之前多数研究结果相一致。该研究中作青豆的处理,对于促进烤烟生长效果相对更加明显。这可能是因为豆科作物在生长中后期具有固氮作用,减少了土壤中的养分消耗,能充分保证烟株的养分吸收。同时,间作减少了烟株密度,改善了烟株间的通风透光状况,从而促使烟株能充分吸收光照。

研究还发现,土壤可能不是烟叶中某些重金属污染的主要来源,而肥料、灌水、农药等有可能是烟叶重金属污染的成因;间作在促进烟株生长的同时,对于降低烤烟烟叶中的重金属含量也具有一定的效果,尤其是对于降低烟叶中汞、镉

的含量效果相对比较明显,对于砷、铅或者其他重金属含量的影响是否有积极效应需要进一步的深入研究确定。

总体而言,该研究讨论间作对于烟叶重金属含量的影响取得了较新的成果。间作对于促进烤烟产质量的形成、促使烟叶经济效益的提高和减少烟叶中的重金属含量以及提升烟叶安全性均有积极效应,在实际生产中具有十分重要的意义。

#### 参考文献

- [1] 苏贤坤,庄文贤,李继新,等. 重金属对烤烟的影响及其治理技术与策略[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 57-61.
- [2] 曹祥练,孙敬国,卢红良,等. 重金属对烤烟产量及品质影响的研究进展[J]. 河北农业科学, 2009, 13(9): 3-6, 9.
- [3] 徐照丽,吴玉萍,杨宇虹,等. 不同重金属在烤烟中的累积分配特征研究[J]. 环境科学导刊, 2007, 26(1): 7-10.
- [4] 张骁海. 不同施肥水平下烤烟对重金属元素的吸收分配研究[J]. 农业网络信息, 2005(11): 144-146.
- [5] 时安东,李建伟,袁玲. 轮间作系统对烤烟产量、品质和土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 411-418.
- [6] 黄光荣,赵致. 烤烟与不同作物轮作对烤烟生长发育及产质的影响[J]. 耕作与栽培, 2007(6): 30-31.
- [7] 徐硕,谭晓磊,孙昌友,等. 烤烟套种甘薯综合效应研究[J]. 现代农业科技, 2014(1): 36, 39.
- [8] 颜合洪,胡雪平,张锦韬,等. 不同施钾水平对烤烟生长和品质的影响[J]. 湖南农业大学学报, 2005, 31(1): 20-23.
- [9] 汤浪涛,周翼衡,张一杨,等. 曲靖烟区烤烟铅、镉含量及其与土壤环境因子的相关性[J]. 烟草科技, 2010(7): 53-56.
- [10] 胡钟胜,章颖娅,王广志,等. 改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 233-236.
- [11] 徐兵,李云,裴宏斌,等. 烟草中镉的迁移吸收与控制研究综述[J]. 作物研究, 2014, 28(8): 931-934.
- [12] 唐世凯,刘丽芳,李永梅. 烤烟间作草木犀对土壤养分的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(5): 14-18.
- [13] 彭晨,陈兴,杨莹,等. 间作芳香植物对烤烟农艺和经济性状的影响初探[J]. 云南农业大学学报, 2014, 29(1): 144-148.
- [14] 薛超群,牟文君,奚加勤,等. 烤烟不同间作对烟草黑胥病防控效果的影响[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(3): 77-79.
- [15] 何孝兵,肖崇刚,马冠华,等. 烟田间作黄豆对土壤微生物及拮抗微生物群落的影响[C]//成卓敏. 粮食安全与植保科技创新. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009.
- [16] 闫金玉,赵献章. 烟叶分级[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 50-62.
- [17] 中国烟草总公司,郑州烟草研究所. 烤烟: GB2635—1992[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [18] 邹琦. 植物生理实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 36-39, 97-99.
- [19] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 186-199.
- [20] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 250-286.
- [21] 曾繁东,严玛丽,周立非,等. 栽培措施对烤烟经济性状和感官质量的影响[J]. 浙江农业科学, 2014(5): 654-657.
- [22] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 256-259.
- [23] 胡向丹,彭宇,马莹,等. 兴烟1号烟叶结构优化探讨[J]. 作物研究, 2013, 27(S1): 54-56.
- [24] 王成才,李焕. 对解决部位比例失调与多产中部叶上等烟技术的商榷[J]. 中国烟草科学, 1994(3): 12-16.
- [25] 黄一兰,王瑞强,王雪仁,等. 打顶时间与留叶数对烤烟产质量及内在化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2004, 25(4): 18-22.
- [26] 代先强,曾宪立. 烤烟不同部位判别探讨[J]. 现代农业科技, 2009(16): 55-56.

(上接第24页)

- [6] EVANYLO G K, SIMS J L. Nitrogen and potassium fertilization effects on yield and quality of burley tobacco[J]. Soil science society of america journal, 1987, 6: 1536-1540.
- [7] 赵莉,叶协锋,李俊丽,等. 上部叶采收方式对烟叶产量及品质的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(11): 1175-1178.
- [8] 张丹,刘国顺,章建新,等. 打顶时期对烤烟根系活力及烟碱积累规律的影响[J]. 中国烟草科学, 2006, 27(1): 38-41.
- [9] 潘和平,杨天沛,王定斌. 烤烟不同打顶时期·留叶数对产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 5588-5589.
- [10] 李继新,梁贵林,陈叶君,等. 贵烟11号密度、留叶数对烤烟产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2000(S1): 30-37.
- [11] 汪安云,秦西云. 打顶留叶数与烤烟品种 TSNA 形成累积的关系[J]. 中国农学通报, 2007, 23(8): 161-165.
- [12] 高贵,田野,邵忠顺,等. 留叶数和留叶方式对上部叶烟碱含量的影响[J]. 耕作与栽培, 2005(5): 26-27.
- [13] 邓云龙,晋艳,杨宇虹,等. 滇中地区优质烟产量、质量综合效应及优化栽培模式研究[J]. 云南农业科技, 1998(2): 28-31.
- [14] 李良勇,邹喜明,黄松青,等. 不同栽培条件对烤烟农艺、经济性状及烟碱含量的影响[J]. 江西农业学报, 2007, 19(3): 1-5.
- [15] 陈占省. 烟叶分级与收购[M]. 北京: 中国华侨出版社, 2003: 296-310.