

## 起垄高度对湘西山地烤烟生长发育和产质量的影响

张震<sup>1,2</sup>, 杨艳东<sup>1</sup>, 张黎明<sup>3</sup>, 王新发<sup>4</sup>, 高卫锴<sup>1</sup>, 任天宝<sup>1\*</sup>, 刘国顺<sup>1</sup> (1. 河南农业大学烟草学院, 河南郑州 450002; 2. 广东中烟工业有限责任公司, 广东广州 510000; 3. 湘西自治州烟草公司, 湖南吉首 416000; 4. 河南惠农土质保育研发有限公司, 河南登封 452470)

**摘要** 根据湖南省永顺县气候和土壤特点, 研究不同起垄高度对烤烟生长发育及产质量的影响, 探索试验区域最优的起垄高度, 为优质烟叶生产提供理论依据。结果表明, 不同的垄高明显影响烟株、烟叶根系和叶片的生长发育, 并且会影响烤烟的化学成分。适当增加起垄高度能够增加烟株根系体积和干鲜比。垄高 30 cm 处理旺长期和成熟期的主要农艺性状较优; 垄高 30、40 cm 处理的烤后样的化学成分和致香物质较佳; 增加起垄高度可以提高烤烟产量和经济收入。

**关键词** 垄高; 烤烟; 根系; 产质量

中图分类号 S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)22-0015-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Ridging Height on the Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco in Xiangxi Mountainous Areas

ZHANG Zhen<sup>1,2</sup>, YANG Yan-dong<sup>1</sup>, ZHANG Li-ming<sup>3</sup> et al (1. College of Tobacco Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002; 2. China Tobacco Guangdong Industrial Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510610; 3. Xiangxi Tobacco Corporations, Jishou, Hunan 416000)

**Abstract** Based on the climate and soil characteristics of Yongshun County in Hunan Province, we studied the effects of ridging height on the growth, yield and quality of flue-cured tobacco, and explored the optimal ridging height, so as to provide theoretical basis for high-quality tobacco production. Results showed that ridging height significantly affected the growth and development of tobacco plant, tobacco root and leaf, and influenced the chemical composition of flue-cured tobacco. Appropriate increase of ridging height increased the root volume and dry-fresh ratio of tobacco plant. Treatment of 30 cm ridging height showed relatively better major agronomic characters at vigorous growth period and mature period. Treatments of 30 and 40 cm ridging height showed optimal chemical components and aroma substances of flue-cured tobacco. Increasing ridging height enhanced the yield and economic income of flue-cured tobacco.

**Key words** Ridging height; Flue-cured tobacco; Root system; Yield and quality

垄作是一种保护性耕作方法, 也是目前我国烤烟栽培的主要形式和烟草生产的关键环节<sup>[1]</sup>。深根垄作改变了土壤的理化性质, 为根系生长提供了良好的条件。对烤烟而言, 根系不仅有支撑、吸收水分和营养物质的功能, 也是合成营养物质的重要器官。起垄高度对烤烟不定根数量的影响不同, 其烟草生长发育及品质均有差异。起垄过低则烟叶不定根较少, 减产降质; 起垄过高则费时费力, 增加投入成本<sup>[2]</sup>。土壤是烟株赖以生长发育的基本条件, 土层的厚薄直接影响到烟株根系的生长和发育<sup>[3]</sup>。垄高的变化在很大程度上影响烟株的生长发育<sup>[4]</sup>, 由于过去的耕作习惯, 一般烟地的耕层不足 20 cm, 有的烟地耕层甚至只有 15~16 cm, 遇到 3~5 d 的晴朗天气土壤就会变得很干燥, 因此抗旱能力很差, 间接影响根系对养分的吸收<sup>[5]</sup>。研究发现, 起垄有利于烤烟对养分的吸收, 烤后烟叶质量好、产量高、经济效益高<sup>[6]</sup>; 如果起垄高度过大, 烟草在生长发育前期会受到抑<sup>[7]</sup>。合理设置起垄高度是烟株保持其品质特征和产量的重要因素<sup>[8]</sup>。鉴于此, 笔者探讨高海拔地区烤烟不同起垄高度对烤烟生长发育及品质的影响, 旨在为湘西烤烟生产基地制定最佳的起垄高度提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验在湖南湘西县西元示范基地进行, 该地海拔为 1 000 m 左右, 试验地排灌方便, 地势平坦, 前作无病虫害。供试土壤容重 110.80 g/m<sup>3</sup>, 土壤含水率 55.20%。

**1.2 试验材料** 供试烤烟品种为云烟 87。

**1.3 试验方法** 田间栽培管理措施按项目要求结合当地生产技术方案实施。试验处理分别为: CK(不起垄)、T1(起垄高度 20 cm)、T2(起垄高度 30 cm)、T3(起垄高度 40 cm)。试验采用大田小区设计, 每个小区约 60 株, 平行 3 垄, 共计 12 垄, 随机区组排列。

## 1.4 测定项目

**1.4.1 烤烟农艺性状的测定。** 在每个小区各垄随机固定 5 株有代表性的健康烟株, 分别于烤烟旺长期和成熟期对其农艺性状进行观测, 包括株高、茎围、有效叶片数、最大叶长、宽的测定。

**1.4.2 烤烟根系干鲜比的测定。** 根系干鲜比的公式为

$$\text{根系干鲜比} = \frac{\text{根系干重}}{\text{根系鲜重}}$$

**1.4.3 烤后烟叶样品采集及常规化学成分的测定。** 照烤烟 42 级国标进行分级, 然后取样, 取 X2F, C3F, B2F 进行测定分析, 采用连续流动法测烤后样的总氮、总糖、钾、氯和烟碱含量。

**1.4.4 烤后烟中性致香物质的定性定量分析。** 中性致香物质提取及定性定量分析采用 HP5890-5972 气-质联用仪。取 20 g 粉末状样品→水蒸气蒸馏→二氯甲烷萃取→无水硫酸钠干燥有机相→60℃水浴浓缩至 1 mL 左右即得烟叶精

**基金项目** 国家重点研发计划课题“绿肥高效利用下作物生产化肥减施技术集成与应用”(2017YFD0200808); 中国烟草总公司项目[粤烟工 15XM-QK(2013)-01]; 智慧郑州 1125 创新团队项目。

**作者简介** 张震(1991—), 男, 河南漯河人, 农艺师, 从事烟叶生产调拔工作。  
\* 通信作者, 讲师, 博士, 硕士生导师, 从事烟草栽培理论研究。

**收稿日期** 2019-07-14

油。经前处理制得的分析样品,由 GC/MS 鉴定结果和 NIST02 库检索定性。

**1.4.5 烤烟经济产量。**烘烤结束后分小区对烤烟产、质量及经济性状进行统计测定。

**1.5 数据处理** 采用 Excel 2003 进行数据处理,采用 SPSS 20 进行多重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对烤烟主要农艺性状的影响** 在旺长期对农艺性状调查后发现(表 1),各处理之间叶片数无显著差异;T1 处理的株高与 T3 处理存在显著差异,其余各处理之间无

显著差异;对照 CK 的茎围与 T2、T3 处理均存在显著性差异, T1 与 CK、T2、T3 处理差异不明显;CK、T1 处理的叶长与 T2 和 T3 处理均存在显著性差异,CK 和 T1、T2 和 T3 处理之间无显著性差异;对照叶宽与 T2、T3 处理均存在显著性差异。叶长、叶宽、茎围和叶片数均以 T2 处理最高。

成熟期各处理单株叶数无明显差异;烟株株高之间无显著性差异,且相差不大;CK 处理的茎围与 T3 处理存在显著性差异;CK 叶长与 T2 处理存在显著性差异;T1 与 T2 处理叶宽存在显著性差异。各处理中叶长、叶宽、株高和叶片数均以 T2 处理最高。

表 1 不同处理对旺长期和成熟期烟株主要农艺性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on the major agronomic traits of tobacco plants at vigorous growth period and mature period

生育期 Growth period	处理编号 Treatment code	叶片数 Leaf number 片	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	叶长 Leaf length cm	叶宽 Leaf width cm
旺长期 Vigorous growth period	CK	14 a	151.00 ab	8.23 b	56.71 b	20.82 b
	T1	14 a	149.66 b	8.90 ab	55.98 b	22.43 ab
	T2	15 a	157.00 ab	9.90 a	68.56 a	25.69 a
成熟期 Mature period	T3	15 a	159.33 a	9.83 a	67.87 a	25.82 a
	CK	15 a	167.8 a	9.41 b	65.60 b	25.29 ab
	T1	16 a	166.0 a	9.89 ab	69.03 ab	24.31 b
	T2	17 a	168.4 a	10.03 ab	71.98 a	27.65 a
	T3	16 a	167.9 a	10.24 a	68.87 ab	25.33 ab

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

**2.2 不同处理对烤烟根系干鲜比的影响** 从表 2 可以看出, T2 和 T3 处理的干鲜比相等且大于 T1 和 CK 处理,而且 T2 和 T3 处理的根系体积也明显高于 CK 和 T1 处理,这说明 T2 和 T3 处理根系的干物质积累较多,根系较发达。

表 2 不同处理对烤烟根系的影响

Table 2 Effects of different treatments on the root system of flue-cured tobaccos

处理编号 Treatment code	根干鲜比 Dry-fresh ratio	根系体积 Root volume//cm <sup>3</sup>
CK	0.14	307.54
T1	0.15	287.93
T2	0.17	368.60
T3	0.17	363.29

**2.3 不同处理对烤烟化学成分的影响** 前人研究结果表明, 优质烟叶中还原糖含量为 14%~18%, 总糖含量为 18%~22%, 烟碱含量为 1.5%~3.5%, 总氮含量为 1.4%~2.7%, 钾含量大于 2%, 氯含量小于 1%。

从表 3 可以看出, 还原糖在上、中部叶的含量适宜。烟碱含量各处理之间差别不是很明显, 但下部叶烟碱含量明显低于中部和上部叶的烟碱含量, 上部叶烟碱含量最高达 3.89%。氯含量各处理间差异不明显, 数值都比较接近。中部叶 T2、T3 处理钾含量均高于 CK 和 T1 处理, 且均大于 2.0%, 其中中部叶 T2 处理钾含量达 2.88%, 但 T2 处理的总糖含量较高中部和下部均大于 24.00%, 其中中部叶 T2 处理总氮含量也较高, 在下部叶和上部叶中则含量较为适宜。

表 3 不同处理对烤烟化学成分的影响

Table 3 Effects of different treatments on the chemical components of flue-cured tobacco

叶位 Leaf position	处理编号 Treatment code	还原糖 Reducing sugar	烟碱 Nicotine	氯 Cl	钾 K	总糖 Total sugar	总氮 Total N
上部叶 Upper leaves	CK	13.82	3.29	0.28	1.71	20.49	2.52
	T1	10.77	3.89	0.29	1.89	17.32	3.06
	T2	14.19	3.26	0.29	1.60	20.01	1.96
	T3	12.74	3.56	0.34	1.87	17.70	2.50
中部叶 Middle leaves	CK	17.06	3.18	0.22	1.80	20.28	2.82
	T1	8.41	3.71	0.30	2.64	11.32	2.59
	T2	15.66	2.72	0.22	2.88	24.53	2.94
	T3	16.46	3.10	0.28	2.25	20.20	2.87
下部叶 Lower leaves	CK	22.51	1.36	0.35	2.27	24.15	1.89
	T1	9.71	1.84	0.68	2.37	10.86	2.37
	T2	22.80	1.62	0.51	2.76	24.73	1.99
	T3	17.66	2.06	0.55	2.57	18.51	1.93

## 2.4 不同处理对烤后烟(C3F)中性致香物质的影响

**2.4.1 对棕色化反应产物的影响。**棕色化产物中含有许多使人愉快的香气,对卷烟的香气、吃味都有良好的影响。棕色化产物中的吡咯和呋喃类物质具有可可香味,可以增加烟气的香、吃味。从表4可以看出,各处理棕色化反应产物总量均高于对照,说明起垄可以提高烤后烟叶的棕色化反应产物总量,但随着垄高的增高对棕色化反应产物总量的提高没有产生进一步的促进效果。

表4 不同处理对棕色化反应产物的影响

Table 4 Effects of different treatments on browning reaction products

处理编号 Treatment code	糠醛 Furfural	糠醇 Furfuryl alcohol	2-乙酰基 呋喃 2-Acetyl- furan	3,4-二甲 基-2,5-呋 喃二酮 3,4-dimethyl- 2,5-furandione	总量 Total
CK	13.88	2.22	0.78	14.80	31.68
T1	15.33	2.98	0.60	16.52	35.43
T2	18.45	2.36	0.72	14.30	35.83
T3	17.70	2.94	0.98	12.53	34.16

**2.4.2 对苯丙氨酸类降解产物的影响。**烤烟中的苯丙氨酸类香气物质主要是芳香族氨基酸降解产物,包括苯甲醛、苯甲醇(醇香)、苯乙醛(含有玫瑰花香)和苯乙醇,这些都是烟草中含量丰富的香味成分<sup>[9]</sup>。从表5可以看出,T1处理的

苯丙氨酸类降解产物略微高于对照,不同处理苯丙氨酸类降解产物由高到低依次为T3、T2、T1、CK,其中T2和T3处理非常接近,这说明在一定范围内随着垄高的增加,苯丙氨酸类降解产物含量提高,但达到一定程度后则增加不再明显。

表5 不同处理对苯丙氨酸类降解产物含量的影响

Table 5 Effects of different treatments on the content of phenylalanine degradation products

处理编号 Treatment code	苯甲醛 Benzal- dehyde	苯甲醇 Phenylcar- binol	苯乙醛 Phenylace- taldehyde	苯乙醇 Phenethyl alcohol	总量 Total
CK	1.35	25.44	0.74	6.10	33.64
T1	1.74	27.49	0.62	4.76	34.61
T2	1.70	27.72	0.32	5.32	35.06
T3	1.38	27.61	1.26	4.85	35.10

**2.4.3 对类胡萝卜素降解产物的影响。**类胡萝卜素降解产物占烟草香味物质的相当大一部分,烤烟调制和醇化后95%的类胡萝卜素将会分解形成不同的香味物质<sup>[10]</sup>,同时还包括很多降解产物,其中不少化合物是烤烟中关键的致香成分。从表6可以看出,T2、T3处理类胡萝卜素降解产物总量均高于T1处理和对照,各处理类胡萝卜素降解产物总量大小关系为T3处理>T2处理>CK,说明一定起垄高度可以增加烤后烟叶中的类胡萝卜素降解产物总量。

表6 不同处理对类胡萝卜素降解产物的影响

Table 6 Effects of different treatments on the degradation product of carotenoid

处理编号 Treatment code	6-甲基- 5-庚烯- 2-酮 6-methyl- 5-heptene- 2-one	6-甲基- 5-庚烯- 2-醇 6-methyl- 5-heptene- 2-ol	芳樟醇 Linalool	$\beta$ -大 马酮 $\beta$ -dama- cenone	香叶基 丙酮 Geranyla- cetone	二氢猕猴桃 内酯 Dihydro- actinidi- olide	巨豆 三烯酮1 Megastig- matrione1	巨豆 三烯酮2 Megastig- matrione 2	巨豆 三烯酮3 Megastig- matrione 3	$\beta$ -羟基- $\beta$ -二氢 大马酮 3-hydroxy- $\beta$ -dama- scene	巨豆 三烯酮4 Megastig- matrione 4	螺岩兰 草酮 Spirite- lanolin	法尼基 丙酮 Farnesyl acetone	总量 Total
CK	1.67	0.28	0.60	15.43	1.00	2.03	1.80	6.58	3.16	2.55	6.86	1.18	4.31	47.47
T1	2.22	0.28	0.60	16.36	0.79	1.45	1.77	7.93	1.92	2.10	6.03	0.71	4.62	46.77
T2	2.04	0.30	0.54	17.78	0.73	1.59	1.60	6.07	3.61	1.75	7.28	0.95	4.73	48.95
T3	2.02	0.34	0.61	16.28	0.89	2.11	1.65	7.21	3.32	2.38	7.50	0.92	4.71	49.95

**2.5 不同处理对烤烟经济性状影响** 从表7可以看出,T2处理的产量最高,达2421.62 kg/hm<sup>2</sup>,其次是T1、T3处理和CK。因此,在相同情况下不同垄高处理对于烤烟的产量影响较大。其中,T2和T3处理烤烟的上中等烟比例、产值、均价也最高,分别为93.8%、62 405.15元、25.77元和92.2%、58 140.30元/hm<sup>2</sup>、24.85元/kg,与CK、T1处理差异较大。

表7 不同处理对烤烟经济性状的影响

Table 7 Effects of different treatments on the economic characters of flue-cured tobaccos

处理编号 Treatment code	比例 Proportion//%		产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 元/hm <sup>2</sup>	均价 Average price 元/kg
	上等 High-class	上中等 High- and middle-class			
CK	44.2	85.8	2 327.60	52 789.97	22.68
T1	46.8	88.9	2 379.85	55 236.32	23.21
T2	48.7	93.8	2 421.62	62 405.15	25.77
T3	48.9	92.2	2 339.65	58 140.30	24.85

## 3 结论与讨论

不同垄高对烤烟生长和垄体土壤有影响<sup>[11]</sup>。土层土壤

温度随时期变化而增加,垄体土壤温度随垄高增加而降低,垄体土壤含水率随时间的推移而增加,这符合烤烟在大田生长的规律,垄体越高表层土壤含水率越低,而垄体土层越深土壤含水率也越低<sup>[12]</sup>,对烟株的生长发育影响越大<sup>[9]</sup>。

研究表明,适当增加起垄高度能够提高烟株根系体积和干鲜比<sup>[12]</sup>。该试验还比较了旺长期和成熟期2个时期的主要农艺性状,结果显示垄高30 cm处理效果最佳,旺长期叶长、叶宽、茎围和叶片数均以垄高30 cm处理最高,成熟期各处理中叶长、叶宽、株高和叶片数均以30 cm处理最高,但和垄高40 cm处理差异不大。

对烤后样的化学成分和致香物质分析表明,中部叶起垄高度30、40 cm处理的钾含量均高于不起垄和起垄高度20 cm处理,且均大于2.00%,其中中部叶起垄高度30 cm处理钾含量达2.88%;但起垄高度30 cm处理的总糖含量比高中部和下部叶大于24.00%,其中中部叶起垄高度30 cm处理总氮含量也较高。致香物质的研究表明,随着垄高的增高,苯丙氨酸类降解产物和类胡萝卜素降解产物有增加的趋势,但

施土地开发中增加生态环境保护,强调通过土地开发追求经济、生态环境的统一和协调。提升对项目区原有林地的保护,对由于开发造成生态环境被严重破坏的区域做出整改,所占林地面积大的项目区要在开发之余对林地数量进行恢复,充分利用低丘缓坡项目区内山地自身生态系统的自我调控能力来恢复自然植被。

开发数据库管理系统。运用 3S 技术、网络通讯技术、数据库技术等信息化手段监管项目的实施进展情况,对上图入库数据能够适时更新、查询、统计和分析。构建科学决策新机制,在低丘缓坡土地综合开发利用过程中,充分运用信息技术特别是 GIS 技术对土地适宜性进行评价,运用遥感和地理信息系统技术等项目区域内林地资源等进行调查,利用 GIS 空间分析技术、三维空间分析和显示技术等进行森林用地选择评价,实现决策的科学化、智能化、信息化。

### 参考文献

- [1] 黄怀雄,赵红艳.长株潭地区森林固碳释氧功能价值评价[J].林业调查规划,2010,35(2):136-138.
- [2] SU S L,LI D L,HU L N,et al.Spatially non-stationary response of ecosystem service value changes to urbanization in Shanghai,China[J].Ecological indicators,2014,45:332-339.
- [3] 张建龙.现代林业统计评价研究[M].北京:中国林业出版社,2013.
- [4] HAN H R,YANG C F,SONG J P.Scenario simulation and the prediction of land use and land cover change in Beijing,China[J].Sustainability,2015,7(4):4260-4279.
- [5] 包国庆.乌尔旗汉林业局森林生态系统服务功能评估研究[J].内蒙古林业调查设计,2016,39(6):21-24,126.
- [6] 石晓丽,王卫.生态系统功能价值综合评估方法与应用:以河北省康保县为例[J].生态学报,2008,28(8):3998-4006.
- [7] 刘玉龙,马俊杰,金学林,等.生态系统服务功能价值评估方法综述[J].中国人口·资源与环境,2005,15(1):88-92.
- [8] RAHMAN S.Impacts of climate change,agroecology and socio-economic factors on agricultural land use diversity in Bangladesh (1948-2008)[J].

- Land use policy,2016,50:169-178.
- [9] SUN P L,XU Y Q,YU Z L,et al.Scenario simulation and landscape pattern dynamic changes of land use in the Poverty Belt around Beijing and Tianjin:A case study of Zhangjiakou city,Hebei Province[J].Journal of geographical sciences,2016,26(3):272-296.
- [10] 刘化吉,鲁敏,赵泉,等.生态系统服务功能价值评估方法[J].三峡环境与生态,2011,33(4):29-34.
- [11] COSTANZA R,D'ARCE R,DE GROOT R,et al.The value of the world's ecosystem services and natural capital[J].Nature,1997,387(6630):253-260.
- [12] 缪建群,杨文亨,杨滨娟,等.崇义客家梯田区生态系统服务功能及价值评估[J].自然资源学报,2016,31(11):1817-1831.
- [13] 宁潇,吴伟志,胡咪咪,等.浙江省滨海湿地生态服务功能价值初步研究[J].湿地科学与管理,2016,12(4):22-26.
- [14] 迈里克·弗里曼.环境与资源价值评估——理论与方法[M].曾贤刚,译.北京:中国人民大学出版社,2004.
- [15] 刘建军.青海省门源县湿地生态系统服务功能价值估算[J].林业资源管理,2016(6):54-56,70.
- [16] 丁程锋,张绘芳,李霞,等.天山中部云杉天然林水源涵养功能定量评估:以乌鲁木齐河流域为例[J].生态学报,2017,37(11):3733-3743.
- [17] 翟雅男,海热提,石红,等.空间多准则决策及其在资源环境领域中的应用[J].安全与环境工程,2015,22(3):12-17.
- [18] 李坤,岳建伟.我国建设用地适宜性评价研究综述[J].北京师范大学学报(自然科学版),2015,51(S1):107-113.
- [19] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等.中国生态系统服务的价值[J].资源科学,2015,37(9):1740-1746.
- [20] 李文华,张彪,谢高地.中国生态系统服务研究的回顾与展望[J].自然资源学报,2009,24(1):1-10.
- [21] 谢高地,鲁春霞,成升魁.全球生态系统服务价值评估研究进展[J].资源科学,2001,23(6):5-9.
- [22] 侯元兆,王琦.中国森林资源核算研究[J].世界林业研究,1995(3):51-56.
- [23] 韩维栋,高旭东.湛江湾红树林土壤理化性质的研究[J].中国农学通报,2013,29(31):27-31.
- [24] 王文峰,金彦平.林业生态公共产品的层次性供给分析[J].改革与战略,2009,25(11):32-34,37.
- [25] 郭中伟,甘雅玲.关于生态系统服务功能的几个科学问题[J].生物多样性,2003,11(1):63-69.

(上接第 17 页)

没有明显的差异。产量分析表明,增加起垄高度可以提高烤烟产量和收入。其中以垄高 40 cm 处理收入最高,但与垄高 30 cm 处理相差不大。

虽然垄高 40 cm 处理在某些性状方面优于垄高 30 cm 处理,但差异不大。由于起垄费时费力,影响根系发育对养分的吸收,所以综合分析得出垄高 30 cm 处理最适宜湘西地区烤烟种植,对烤烟的品质影响最好,可以取得最大效益。

### 参考文献

- [1] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:189-190.
- [2] 项安楚,李克志,李群昌.烤烟起垄栽培效果好[J].烟草科技,1887(2):32-33.
- [3] 刘国顺.单行起垄栽培烟提高烟碱含量[J].河南农业科学,1986(9):14-15.

- [4] 张海伟,陈仁霄,吴金富,等.烟垄不同覆盖方式对烟田环境及烤烟产质量的影响[J].江西农业学报,2013,25(11):50-53.
- [5] 袁家富,徐祥玉,赵书军,等.不同施肥方式对植烟土壤有效氮、烟株氮累积量和速率的影响[J].中国烟草科学,2011,32(S1):76-81.
- [6] 袁家富,毕庆文,彭成林,等.黔北旱地烤烟适宜起垄高度研究[J].湖北农业科学,2008,47(10):1179-1182.
- [7] 王昽霖,夏翠花,詹琼梅,等.昆明烟区田烟和地烟适宜起垄高度试验[J].农业科技通讯,2010(6):61-64.
- [8] 高家合,秦西云,谭仲夏,等.烟叶主要化学成分对评吸质量的影响[J].山地农业生物学报,2004,23(6):497-501.
- [9] 赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等.不同成垄方式及分次施钾对烤烟品质的影响[J].河南农业大学学报,2007,41(1):15-20.
- [10] 周冀衡,汪邓民.培土与施肥对烟株根系发育及氮钾吸收效率的影响[J].中国烟草学报,1995,2(4):46-51.
- [11] 范艺宽,韩锦峰,李社潮,等.不同栽培方式对烤烟生长发育及产质的影响[J].中国烟草科学,1998(4):1-4.
- [12] 杨丁元.烟草垄作技术在豫西应用的浅见[J].烟草科技,1987(2):33-35.