

## 膜下小苗移栽揭膜培土时间对早植烤烟品质的影响

孙康<sup>1</sup>, 李应斗<sup>1</sup>, 张静<sup>2</sup>, 李伟<sup>2</sup>, 鲁耀<sup>3</sup>, 王建新<sup>3\*</sup>

(1. 云南省烟草公司保山市公司, 云南保山 678000; 2. 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 云南昆明 650231; 3. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南昆明 650205)

**摘要** [目的]为完善早植烤烟栽培技术。[方法]研究了膜下小苗移栽不同揭膜培土时间对烟叶外观质量、化学成分、感官评吸和致香物质含量的影响。[结果]膜下小苗移栽较常规方式移栽烟叶品质差异显著。其中,移栽后 15 d 揭膜培土处理的烟叶化学成分最协调,外观质量得分最高,香气量足,刺激性较小,余味舒适,香气物质,特别是新植二烯含量高。[结论]该研究为提高烟叶品质,完善该区域特色优质烟叶栽培技术提供理论依据。

**关键词** 膜下小苗移栽;揭膜培土;早植烟叶;烟叶品质

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)31-0023-03

### Effects of Transplant Seedling under Plastic Mulching and Different Removing Film and Hilling Time on the Quality of Early-planted Flue-cured Tobacco

SUN Kang<sup>1</sup>, LI Ying-dou<sup>1</sup>, ZHANG Jing<sup>2</sup> et al (1. Tobacco Corporation of Yunnan Baoshan, Baoshan, Yunnan 678000; 2. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650231)

**Abstract** [Objective] To improve the planting technology of early-planted flue-cured tobacco. [Method] Effects of different removing film and hilling time on appearance quality, chemical components, smoking quality and content of aroma component were studied in seedlings transplanted under plastic mulching. [Result] Qualities of tobacco leaf had significant differences between seedlings transplanted under plastic mulching and conventionally transplanting. The chemical composition of tobacco leaves with removing film and hilling after 15 d of transplanting was the most harmonized, the appearance quality score was the highest, the aroma amount was sufficient, the irritation was small, the aftertaste was comfortable, and the content of aroma substances, particularly neophytadiene was high. [Conclusion] This research provided theoretical basis for enhancing the quality of tobacco leaves, and improving the cultivation technology of high-quality tobacco leaves in this region.

**Key words** Seedlings transplant under plastic mulching; Removing film and hilling; Early-planted tobacco; Tobacco quality

保山龙川江流域属低热河谷区域,其早植烤烟从当年 11 月上中旬育苗,次年 1 月中下旬移栽,烤烟移栽期较云南其他地区早 3 个月左右,且生产气候存在日温差大、降雨少、空气相对湿度较小等问题,给早植烤烟生产带了困难<sup>[1-2]</sup>。近年来,全国各烟区对膜下移栽技术进行了大量的探索,证明烤烟小苗膜下栽培技术能够有效减缓烤烟移栽期低温对烟苗生长的不利影响,起到抗旱保墒、提高烟苗成活率的作用<sup>[3-4]</sup>,此外还可以预防病虫害,提高烟叶产量和产值,增加烟农收益<sup>[5-9]</sup>。但这些研究多集中在膜下小苗移栽对烤烟生长的影响<sup>[10-12]</sup>,而对烟叶品质,特别是对烟叶感官评吸质量及致香物质的研究较少。鉴于此,笔者以保山早植烤烟为研究对象,探讨了膜下小苗移栽不同揭膜培土时间对其品质的影响,旨在提高烟叶品质,完善该区域特色优质烟叶栽培技术。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 试验于 2016 年在云南省保山市龙陵县龙江乡腊嘎坝村进行。试验土壤为水稻土,土质为砂壤土,肥力中等,其中土壤有机质含量为 30.2 g/kg,有效氮含量为 120.4 mg/kg,有效磷 10.1 mg/kg,速效钾含量为 97.8 mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试品种为红花大金元。气质联用仪: Agi-

lent 6890N/5975C GC/MS(美国安捷伦公司);毛细管柱: HP-5MS (30 mm×0.25 mm, 0.25 μm);手动 SPME 进样器, PDMS 萃取头 (75 μm, 美国 CDS 公司)。

**1.3 试验设计** 根据膜下小苗移栽后不同揭膜培土时间设 5 个处理: T<sub>1</sub>: 移栽后 10 d 揭膜培土; T<sub>2</sub>: 移栽后 15 d 揭膜培土; T<sub>3</sub>: 移栽后 20 d 揭膜培土; T<sub>4</sub>: 移栽后 25 d 揭膜培土; CK: 按常规方式移栽(膜上壮苗移栽)。每个处理 3 次重复,田间随机排列,每个小区面积 66.7 m<sup>2</sup>,株行距为 110 cm×50 cm。

以上各处理施用纯氮 60 kg/hm<sup>2</sup>。其他田间管理措施按保山市优质烤烟栽培管理进行。

**1.4 样品采集与分析** 每个小区取有代表性的 C3F(中橘三)烟叶样品,用于室内烟叶内在化学成分、外观质量、感官质量及致香物质成分分析。其中,烟叶内在化学成分测定按王瑞新等<sup>[13]</sup>的方法;外观质量评价由红云红河集团技术中心进行鉴定,烟叶外观质量打分依据闫克玉等<sup>[14]</sup>的方法修改而成;感官质量评价由红云红河集团技术中心进行鉴定,打分依据参考程昌新等<sup>[15]</sup>的方法;致香物质成分测定按如下方法:称 2.0 g 样品放于 20 mL 样品瓶中,先将固相微萃取器的萃取头老化处理,将萃取头通过瓶盖的橡皮垫插入至样品瓶中,然后取出萃取头,在 80 °C 下吸附 30 min 后,再将萃取器插入气相色谱仪进样口,在 260 °C 解吸 2 min,化合物进入 GC/MS(气相色谱-质谱联用仪)分离鉴定,总离子流图经 NIST05 标准谱库鉴定,计算各裂解化合物的百分含量。所有样品由云南同创检测技术股份有限公司检测,每个样品重复检测 3 次。

**1.5 数据处理** 采用 EXCEL 2007 进行数据处理,采用 SPSS 16.0 进行统计分析和方差分析,采用 Duncan 法进行多

**基金项目** 红云红河烟草(集团)有限责任公司科技项目“膜下移栽对烤烟质量影响及工业应用研究”(HYHH2016YL01);“提高保山基地烟叶品质的关键技术研究及应用”(HYHH2016YL02);“云南中烟公司项目“原料基地烟叶质量维护及提高技术研究”(2016YL05)。

**作者简介** 孙康(1967—),男,云南保山人,助理农艺师,从事烟叶质量管理评价研究。\*通讯作者,研究员,从事烟草栽培与烟叶品质方面的研究。

**收稿日期** 2018-06-04

重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对烟叶化学成分及协调性的影响** 由表 1 可知,各处理烤烟烟叶化学成分较协调,与对照有显著差异。其中 T<sub>2</sub> 处理总糖和还原糖含量最高, T<sub>1</sub> 处理的总糖含量最

低, T<sub>4</sub> 处理的还原糖含量最低。含氮化合物方面, T<sub>4</sub> 处理的总氮和烟碱含量最高, T<sub>1</sub> 处理最低。T<sub>2</sub> 处理的钾离子含量最高, 燃烧性最好, T<sub>1</sub> 处理最低, 其他处理差异不显著。此外, 根据烟叶糖碱比、氮碱比综合分析可知, T<sub>2</sub> 处理的烟叶化学成分协调性优于其他处理。

表 1 不同揭膜培土处理对中部烟叶化学成分的影响

Table 1 Effects of different removing film and hilling treatments on chemical components of middle leaves

处理 Treatment code	总糖 Total sugar	还原糖 Reducing sugar	总氮 Total N	烟碱 Nicotine	总钾 Total K	总氮 Total N	糖碱比 Reducing sugar -nicotine ratio	氮碱比 Total N-nicotine ratio
T <sub>1</sub>	32.36 d	26.51 c	1.60 d	1.84 d	1.21 c	0.25 ab	14.41	0.87
T <sub>2</sub>	33.77 a	27.89 a	1.84 b	2.06 bc	1.51 a	0.23 b	13.54	0.89
T <sub>3</sub>	33.03 b	27.29 b	1.73 c	1.96 cd	1.38 b	0.29 a	13.92	0.88
T <sub>4</sub>	32.65 c	25.41 d	2.08 a	2.38 a	1.39 b	0.27 ab	10.68	0.87
CK	32.94 b	26.39 c	1.91 b	2.17 b	1.33 b	0.26 ab	12.16	0.88

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 不同处理对烟叶外观质量的影响** 对比各处理烤后烟叶外观质量评价结果(表 2)可知,各处理烟叶外观整体特征均表现为成熟、橘黄、疏松、油分稍有至有、身份中等、色度中

至强。其中,除成熟度外, T<sub>2</sub> 处理外观质量指标表现最好,得分最高;除成熟度外, T<sub>1</sub> 处理和对照其余各指标表现一致,差异不显著。

表 2 不同揭膜培土处理对中部烟叶外观质量的影响

Table 2 Effects of different removing film and hilling treatments on appearance quality of middle leaves

处理编号 Treatment code	成熟度 Maturity	颜色 Color	叶片结构 Leaf structure	油分 Oil	色度 Color intensity	身份 Status	总分 Total score
T <sub>1</sub>	12.31 e	6.16 d	12.47 d	14.37 d	13.23 d	12.53 c	71.06 d
T <sub>2</sub>	13.69 a	7.08 a	13.65 a	15.64 a	15.20 a	12.91 a	78.17 a
T <sub>3</sub>	13.13 b	6.83 b	13.25 b	15.20 b	14.38 b	12.80 b	75.57 b
T <sub>4</sub>	12.90 c	6.40 c	12.73 c	14.99 c	13.67 c	12.73 b	73.42 c
CK	12.49 d	6.17 d	12.45 d	14.46 d	13.13 d	12.46 c	71.14 d

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

**2.3 不同处理对烟叶感官质量的影响** 由表 3 可知,与其他处理相比, T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理烟叶的感官质量评价结果较好,香气质、香气量、浓度、刺激性和余味表现较好,且差异不显著。

从杂气指标来看,只有 T<sub>2</sub> 处理表现最好,其他各处理差异不显著;刺激性方面各处理均无明显差异。

表 3 不同揭膜培土处理对中部烟叶感官质量的影响

Table 3 Effects of different removing film and hilling treatments on smoking quality of middle leaves

处理编号 Treatment code	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	浓度 Concentration	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritation	余味 Aftertaste
T <sub>1</sub>	6.42 c	6.60 b	6.32 c	5.60 b	6.67 a	6.69 c
T <sub>2</sub>	7.11 a	7.29 a	7.12 a	7.62 a	6.80 a	7.26 a
T <sub>3</sub>	7.05 a	7.24 a	7.02 a	6.38 b	6.56 a	7.13 a
T <sub>4</sub>	6.80 b	6.65 b	6.54 b	6.19 b	6.56 a	6.92 b
CK	6.32 c	6.40 c	6.40 bc	5.79 b	7.41 a	6.86 b

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

**2.4 不同处理对烟叶香气成分的影响** 不同揭膜培土时间对烟叶香气成分的影响见表 4。从香气总量上看, T<sub>2</sub> 处理烟叶的香气物质含量最高, T<sub>1</sub> 处理最低, 且二者差异显著, 其余 2 个处理的香气物质与对照差异不显著。T<sub>2</sub> 处理的苯丙氨酸类香气物质总量最高, T<sub>3</sub> 处理最低, 其中 T<sub>2</sub> 处理只有苯乙

醛较低, 其他成分均最高。T<sub>2</sub> 处理美拉德反应产物类香气物质总量最高, 对照最低, 且 T<sub>1</sub>、T<sub>4</sub> 处理与对照差异不显著。类胡萝卜素类香气物质中, β-大马酮、β-二氢大马酮等都有明显的致香作用<sup>[16]</sup>, 巨豆三烯酮能增加烟叶中的花香和木香特征。各处理中, T<sub>2</sub> 处理的类胡萝卜素类香气成分含量最

高,其余各处理与对照的差异不显著; $\beta$ -大马酮各处理均与对照有显著差异;对照的 $\beta$ -二氢紫罗兰酮和 $\beta$ -二氢大马酮含量则最高。茄酮能增加烟草本香,使烟气丰满、醇和、细腻<sup>[17]</sup>。各处理中, $T_4$ 处理茄酮最高, $T_1$ 处理最低。新植二烯

能增进烟叶的吃味和香气,有一种令人愉快的气味。各处理中, $T_2$ 处理新植二烯含量最高, $T_1$ 处理最低, $T_3$ 、 $T_4$ 处理和对照差异不显著。

表 4 不同揭膜培土处理对中部烟叶香气成分的影响

Table 4 Effects of different removing film and hilling treatments on aroma component of middle leaves

处理编号 Treatment code	苯甲醛 Benzal- dehyde	苯甲醇 Benzyl alcohol	苯乙醛 Phenylac- etaldehyde	苯乙醇 Phenethyl alcohol	苯丙氨酸类 Phenyl- alanine	糠醛 Furfural	糠醇 Furfuryl alcohol	乙酰基呋喃 Acetyl- furan	5-甲基- 2-糠醛 5-methyl- 2-furfural	2-戊 基呋喃 2-Pentyl- furan	2-(2-戊烯 基)呋喃 2-(2-pent- enyl) furan
$T_1$	0.122 b	1.740 c	0.442 bc	1.744 b	4.048 c	2.278 b	0.391 c	0.769 a	0.171 a	0.405 a	0.023 b
$T_2$	0.198 a	3.248 a	0.385 c	3.131 a	6.962 a	4.086 a	0.509 b	0.541 bc	0.155 a	0.392 a	0.047 ab
$T_3$	0.121 b	1.442 c	0.460 b	1.513 b	3.237 c	4.219 a	0.733 a	0.294 d	0.138 a	0.398 a	0.058 a
$T_4$	0.074 d	3.638 a	0.397 c	1.742 b	5.850 b	2.429 b	0.380 c	0.666 ab	0.195 a	0.260 b	0.055 ab
CK	0.933 c	2.715 b	0.609 a	2.577 a	5.995 b	2.315 b	0.365 c	0.369 cd	0.148 a	0.220 b	0.043 ab

  

处理编号 Treatment code	3,4-二甲 基-2,5-呋 喃二酮 3,4-dimethyl- 2,5-furanone	2-乙酰 基吡咯 2-acetyl- pyrrole	美拉德反 应产物类 Maillard reaction products	6-甲基- 5-庚烯-2-酮 6-methyl-5- hepten-2-one	芳樟醇 Linalool	氧化异 佛尔酮 Isophorone oxide	$\beta$ -大马酮 $\beta$ -damas- cenone	香叶基丙酮 Geranyl- acetone	$\beta$ -紫 罗兰酮 $\beta$ -ionone	$\beta$ -二氢 紫罗兰酮 Dihydro- beta-ionone	二氢猕 猴桃内酯 Dihydroac- tinidiolide
$T_1$	0.153 c	0.057 a	4.248 b	1.210 a	0.332 b	0.326 ab	11.470 a	3.169 a	1.959 d	1.874 c	1.661 b
$T_2$	0.358 a	0.075 a	6.329 a	0.782 b	0.736 a	0.584 a	12.232 a	2.516 a	3.210 a	2.636 ab	2.604 a
$T_3$	0.154 c	0.093 a	6.086 a	0.786 b	0.203 c	0.213 b	10.541 a	2.535 a	2.813 bc	2.530 ab	2.455 a
$T_4$	0.179 c	0.059 a	4.207 b	0.686 b	0.152 c	0.210 b	11.197 a	1.675 b	2.565 b	2.200 bc	1.589 b
CK	0.276 b	0.056 a	3.807 b	0.672 b	0.126 c	0.575 a	8.682 b	2.633 a	2.937 ab	2.748 a	2.260 a

  

处理编号 Treatment code	巨豆三 烯酮 A Megastig- atrienone a	巨豆 三烯酮 B Megastig- matri- enone B	巨豆三 烯酮 C Megastig- matrien- one C	巨豆三 烯酮 D Megastig- matrien- one D	$\beta$ -二氢 大马酮 $\beta$ -Damas- scone	法尼基丙酮 Farnesyl acetone	类胡 萝卜类 Carot- enoid	茄酮 Solanone	类西 柏烷类 Cembrane	新植二烯 Neoph- tyadiene	其他 Others	总计 Total
$T_1$	1.369 b	2.692 ab	1.881 a	2.390 b	1.553 a	1.818 ab	33.702 b	22.960 c	22.960 c	288.178 b	17.221 b	371.355 b
$T_2$	2.606 a	2.370 ab	2.317 a	3.192 a	1.536 a	1.656 ab	38.977 a	25.100 b	25.100 b	313.628 a	19.048 ab	410.044 a
$T_3$	1.754 b	2.747 a	1.933 a	2.711 ab	1.563 a	2.490 a	35.275 ab	24.733 b	24.733 b	305.088 ab	19.074 ab	393.831 ab
$T_4$	1.594 b	2.219 b	1.837 a	2.370 b	1.935 a	1.502 b	31.729 b	27.499 a	27.499 a	293.707 ab	19.000 ab	381.992 b
CK	1.358 b	2.646 ab	2.237 a	2.544 b	1.985 a	2.044 ab	33.446 b	26.105 ab	26.105 ab	302.550 ab	20.978 a	392.880 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

### 3 结论与讨论

试验结果表明,膜下小苗移栽后不同揭膜培土时间对保山早植烤烟品质有显著影响。其中移栽后 15 d 揭膜培土处理烤后烟叶化学成分协调、外观和感官质量得分较高,香气成分总量最高。移栽后 20 和 25 d 揭膜培土处理的烤后烟叶品质均较常规移栽有不同程度的提高。而移栽后 10 d 揭膜培土处理的烤后烟叶品质表现较差。

保山龙川江流域早植烟叶因无霜期长、大田生长期降雨量充沛等原因,移栽节令较早,因此也有其独特的栽培技术。膜下小苗移栽有保墒增湿的效果,但必须适时揭膜才能保证生长发育良好、烟叶品质较高。该地区气温在移栽后一般增加迅速,因此应适当提前揭膜培土,否则会灼伤幼苗,诱发烟草黑胫病等<sup>[18-20]</sup>。

移栽 15 d 后揭膜培土处理的烤后烟叶品质逐渐下降,可能是因为气温逐步上升,膜下烟苗受到高温胁迫,造成早花和内含物质不充分造成的。移栽 10 d 揭膜培土处理的烤后烟叶品质最差,这可能是因为当年移栽后突然降温,根系还

未发育造成的。膜下小苗移栽会造成用工量增加、烤烟种植成本提升,但其保墒能力较强、烟叶品质提升明显,因此在各大烟区推广较快。由于各地区的生态条件不一致,应因地制宜,适时揭膜培土,保证生产出品质优异的特色烟叶。

### 参考文献

- [1] 杨家波,邵维雄,陈恒旺. 腾冲县烤烟夏烟早植技术[J]. 云南农业科技,2009(S2):76-78.
- [2] 何晓健,李佛琳,杨焕文,等. 伊洛瓦底江支流保山龙川江流域冬春季早植烤烟与夏烟两种生产时令的气象因子比较分析[J]. 云南农业大学学报,2011,26(S2):25-34.
- [3] 李迪,张林,左学玲,等. 烤烟膜下小苗移栽的配套技术及应用效果[J]. 河南农业科学,1999(10):37-38.
- [4] 杨举田. 烤烟小苗膜下移栽技术研究与应[D]. 北京:中国农业科学院,2008:29-35.
- [5] 孔银亮,韩富根,沈铮,等. 小苗膜下移栽对烤烟硝酸还原酶、转化酶活性及致香物质的影响[J]. 中国烟草科学,2011,32(6):47-52.
- [6] 孔银亮. 膜下小苗移栽对预防病毒病、烟草生长发育及经济性状的影响[J]. 烟草科技,2011(9):75-80.
- [7] 杨于峰. 揭膜培土对烤烟产质、产量影响的研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2013:6-10.
- [8] 宋国华,陈玉国,王海涛,等. 烤烟膜下移栽避蚜防病保护栽培技术研究与应[J]. 河南农业科学,2013,42(8):82-85.

(下转第 33 页)

**2.5 不同处理对化学成分的影响** 从表 5 可以看出, T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 处理下部叶烟碱含量在适宜范围。T<sub>2</sub>、T<sub>4</sub> 处理烟碱含量偏高; T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>4</sub> 处理中部叶烟碱含量偏高, T<sub>3</sub> 处理较适宜; 上部叶烟碱含量基本在适宜范围; 中下部叶还原糖含量在适宜

范围, 上部叶偏低; 氯离子含量普遍较低, 但钾氯比都在适宜范围内, 说明烟叶燃烧性较好。综合来看, T<sub>3</sub> 处理烟叶内在化学成分含量稍优。

表 5 不同处理对化学成分含量的影响

Table 5 Effects of different treatments on the contents of chemical components

部位 Position	处理编号 Treatment code	烟碱 Nicotine	总糖 Total sugar	还原糖 Reducing sugar	总氮 Total nitrogen	钾 Potassium	氯 Chlorine
X2F	T <sub>1</sub>	1.60	26.36	19.00	1.95	3.56	0.15
	T <sub>2</sub>	2.30	27.67	23.64	1.88	2.56	0.11
	T <sub>3</sub>	1.68	18.54	12.21	1.96	4.43	0.20
	T <sub>4</sub>	2.29	26.64	22.44	1.98	3.43	0.08
C3F	T <sub>1</sub>	2.53	24.27	19.74	1.99	2.67	0.12
	T <sub>2</sub>	2.51	25.39	20.50	2.19	2.94	0.09
	T <sub>3</sub>	2.35	23.82	20.02	2.15	3.26	0.12
	T <sub>4</sub>	2.93	23.16	20.23	1.99	2.25	0.11
B2F	T <sub>1</sub>	3.01	22.19	18.66	2.42	2.23	0.11
	T <sub>2</sub>	3.40	18.61	16.37	2.44	2.04	0.15
	T <sub>3</sub>	3.55	19.01	15.65	2.72	2.27	0.18
	T <sub>4</sub>	3.10	19.20	17.14	2.44	2.17	0.14

### 3 结论与讨论

试验结果显示, 施用生石灰对各处理大田生育期基本影响不大, 但有助于改良土壤。其中, 2 250 kg/hm<sup>2</sup> 生石灰处理的烟株烟叶的农艺性状表现最好。同时, 施用生石灰有助于减少病原物, T<sub>3</sub> 处理的气候斑、赤星病、马铃薯 Y 病等病虫害发病率及病情指数均较低。通过施用生石灰改良土壤, 并减少病虫害发病率指数, 最终提高产值和产量, 同时内在化学成分烟碱、钾氯比、还原糖均在适宜范围内。

施用 2 250 kg/hm<sup>2</sup> 生石灰表现较理想, 施用生石灰改良剂可中和土壤酸度、提高土壤肥力、恢复酸性土壤的生产力, 对农业的持续发展和生态环境的保护具有双重重要意义<sup>[10]</sup>。但频繁地通过施用石灰来调节土壤的酸度可能会加剧土壤的酸化, 而且过量施用石灰有可能抑制作物的生长<sup>[11]</sup>。实际生产中由于不同地区土壤酸度不同, 土壤黏粒含量有差异。此外, 由于种植品种不同, 应因地制宜确定适宜的生石灰用量, 从而获得烟碱含量最佳的优质烟叶和最佳

经济效益。

### 参考文献

- [1] 甲卡拉铁, 李桂珍, 尧美英, 等. 攀西芒果园土壤 pH 值与有效养分的相关性研究[J]. 中国南方果树, 2011, 40(4): 8-12.
- [2] 刘世全, 张宗锦, 王昌全, 等. 西藏酸性土壤的酸度特征[J]. 土壤学报, 2005, 42(2): 211-218.
- [3] 梁颂捷, 林毅, 朱其清, 等. 福建植烟土壤 pH 值与土壤有效养分的相关性[J]. 中国烟草科学, 2001(1): 25-27.
- [4] 许自成, 王林, 肖汉乾. 湖南烟区土壤 pH 分布特点及其与土壤养分的关系[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4): 830-834.
- [5] 陈朝阳. 南平市植烟土壤 pH 状况及其与土壤有效养分的关系[J]. 中国农学通报, 2011, 27(5): 149-153.
- [6] 王晖, 邢小军, 许自成. 攀西烟区紫色土 pH 值与土壤养分的相关分析[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 19-22, 49.
- [7] 刘淑欣. 福建烟区土壤酸度的研究[J]. 福建烟草, 1996(4): 13-15.
- [8] 宋承鉴. 山东烟区主要土壤性态分析[J]. 中国烟草, 1986(1): 6-9.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [10] 张宗锦, 庞良玉, 官宇, 等. 攀枝花烟区生石灰施用量与土壤养分及烤烟质量的关系[J]. 农学学报, 2015, 5(7): 61-64.
- [11] 王宁, 李九玉, 徐仁扣. 土壤酸化及酸性土壤的改良和管理[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(23): 48-51.
- [12] 程昌新, 王超, 杨应明, 等. 储藏醇化措施对烤烟烟包内温湿度及烟叶品质的影响[J]. 烟草科技, 2015, 48(2): 16-20.
- [13] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 96-122.
- [14] LEFFINGWELL J C, LEFFINGWELL D. Chemical and sensory aspects of tobacco flavor[J]. Recent advances in tobacco science, 1988, 14(5): 169-218.
- [15] 肖汉乾, 何录秋, 王国宝. 烤烟地膜覆盖栽培的负效应及其调控措施[J]. 耕作与栽培, 2002(3): 16, 57.
- [16] 宋志林, 梁洪敏. 日本烟草的地膜覆盖栽培[J]. 中国烟草, 1984(2): 40-44, 37.
- [17] 王小军, 邓岚, 成自勇, 等. 膜上灌春小麦调亏效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(6): 82-85.

(上接第 25 页)

- [9] 布云虹, 张映翠, 胡小东, 等. 膜下小苗移栽对烤烟生长发育的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(4): 157-160.
- [10] 蔡联合, 韦建玉, 白森, 等. 农家肥不同施用方式对烟草生长及烤烟品质的影响[J]. 南方农业学报, 2012, 43(3): 336-340.
- [11] 周思瑾, 杨虹琦, 林雷通, 等. 不同揭膜培土方式对烤烟产质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2010(9): 35-38.
- [12] 闫柱怀, 方保. 龙陵县低热河谷流域不同覆膜移栽方式对冬春烟生长及产质量的影响[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2014, 28(3): 8-11.
- [13] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 170-174.
- [14] 闫克玉, 赵献章. 烟叶分级[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 108-109.