

## 不同散叶密集烘烤方式对烟叶质量及经济效益的影响

朱佩<sup>1</sup>, 任四海<sup>2\*</sup>, 汪文杰<sup>1</sup>, 李田<sup>1</sup>, 曹瑗<sup>1</sup>, 王逸涵<sup>1</sup>, 兰彦娜<sup>1</sup>

(1. 安徽省烟草公司池州市公司, 安徽池州 247100; 2. 安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230000)

**摘要** [目的]探索烤烟生产减工降本、提质增效的技术措施,研究散叶烘烤和挂杆烘烤对烟叶质量和经济效益的影响,以期散叶烘烤推广提供理论支撑。[方法]试验分2个部分进行,试验一选取素质一致的8~12叶位鲜烟叶,设置散烟堆放、散烟插杆及挂杆对照3个处理;试验二选取素质一致的8~12叶位鲜烟叶,设置散叶堆放,装烟密度分别65和55 kg/m<sup>2</sup>;散叶插杆,装烟密度分别75和65 kg/m<sup>2</sup>共4个处理。分析处理间的用工成本、经济性状、烟叶质量及化学成分的差异。[结果]散叶堆放对提高密集烤房的装烟量有限,但用工量可降低60%以上;散叶插杆可有效提高密集烤房装烟量,装烟量可提高15%以上,用工量可降低40%以上。散叶插杆适宜的装烟量在65~75 kg/m<sup>2</sup>,散叶堆放适宜的装烟量在55~65 kg/m<sup>2</sup>。散叶烘烤可有效降低烤青烟的比例,但杂色烟的比例增加,散叶烘烤烤后效果综合评价高于挂杆烘烤,尤其是颜色、成熟度、油分等指标都有提高。[结论]从装烟量、用工量、外观评价及协调性综合评价认为,散烟烘烤的质量和经济效益更好,可在皖南烟区进一步推广。

**关键词** 散叶烘烤;挂杆烘烤;烟叶质量;效益分析

中图分类号 TS44 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)24-0079-04

## Effect on Tobacco Leaf Quality and Economic Benefits of Different Loose Leaf Bulk Curing Ways

ZHU Pei<sup>1</sup>, REN Si-hai<sup>2\*</sup>, WANG Wen-jie<sup>1</sup> et al (1. Chizhou Branch of Anhui Tobacco Company, Chizhou, Anhui 247100; 2. Tobacco Research Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230001)

**Abstract** [Objective] To explore the measures for saving labor force and energy, and improving quality and efficiency, the effect of loose curing and traditional curing on tobacco leaf quality and economic benefits were studied, in order to provide theoretical support for the extension of loose curing. [Method] The test was divided into two parts, choosing the 8-12 position leaf with consistent quality, setting three treatments as loose leaf pile, loose leaf inserted and traditional curing (CK); choosing the 8-12 position leaf with consistent quality, setting four treatments as loose leaf pile, loose leaf inserted; Differences of the amount of labor, economic benefits the appearance evaluation and the coordination among treatments were analyzed. [Result] The results were as follows: Loose leaf pile was limited to increase the capacity of curing barn, but the amount of labor can reduce over 60%; Loose leaf inserted skewer was effective for increasing the capacity, more than 15%, the amount of labor can reduce over 40%. Loading tobacco weight of loose leaf inserted skewer was 65-75 kg/m<sup>2</sup>, and the loose leaf pile was 55-65 kg/m<sup>2</sup>. Loose curing can reduce effectively veins leaf, but increase the motley leaf. The overall quality of loose curing was all higher than traditional curing, especially in several aspects as colour, maturity, oil. [Conclusion] According to the comprehensive evaluation of the quantity of tobacco, the amount of labor, the appearance evaluation and the coordination, the quality and economic benefits of the loose curing were better. It can be further popularized in South Anhui Tobacco area.

**Key words** Loose curing; Traditional curing; Tobacco leaf quality; Economic benefits

烘烤对于生产优质烟叶至关重要。目前,国内密集烤房受各种因素的影响,其烘烤潜力并没有得到充分发挥,用工量大、能耗高、烟叶品质较差的情况普遍存在<sup>[1-2]</sup>。为实现烤烟优质化和烟叶烘烤专业化,探索新型烘烤技术势在必行。

目前,我国大部分地区仍主要采用传统的烟竿编烟方式进行烤烟生产<sup>[3]</sup>。大量研究表明,不同装烟方式均能够在一定程度上提高编烟效率、降低成本、提高经济效益<sup>[4-10]</sup>。散叶烘烤作为密集烘烤的一种烘烤方式,改变了传统烤房的装烟方式,在提高烟叶质量的基础上有效地降低了烘烤环节的用工成本<sup>[1]</sup>。

目前,散叶密集烘烤研究主要集中在装烟密度、装烟方式、烘烤模式、湿度及成熟度等因素对烟叶质量的影响<sup>[11-13]</sup>。散叶堆放烘烤适宜的装烟密度利于提高烟叶品质及降低烟叶烘烤的能耗成本<sup>[14]</sup>,散叶装烟方式有利于烟叶烘烤质量的提高<sup>[15]</sup>。武圣江等<sup>[16]</sup>认为,湿度是烤烟散叶烘

烤的重要工艺因素,中湿可以使氧化还原酶活性保持一种动态平衡;而成熟度是烟叶的核心,它不仅影响田间内含物量的积累,还影响其在烘烤中的降解和转化。

由于皖南烟区气候的特殊性,在烘烤季节雨水较多,烟叶含水量大,在此条件下散叶烘烤达到预期效果尚少见报道。为此,笔者旨在探索适合在多雨水的皖南烟区进行的散叶烘烤技术,对该项目的研究,是在三段式烘烤工艺的基础上,探索适合在皖南烟区进行的散叶烘烤技术。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验品种为云烟87,供试烤房为标准气流上升式燃煤密集烤房,装烟室规格8.0 m×2.7 m。

**1.2 试验设计** 该试验于2014年在安徽省池州市东至县洋湖镇永济烘烤工场进行。根据目前国内烤烟散叶烘烤研究较多的装烟方式,选取2种具有代表性的方式:①散叶堆放。将烟叶抖散,叶柄朝下,叶尖朝上,按照约10°的角度,摆放在分风板上。操作从装烟室隔墙端开始,依次向装烟室门端装起,先顶棚,后底棚和中棚。②散叶插杆。将烟叶抖散,叶柄朝下,叶尖朝上,垂直摆放在分风板上,每隔一定的距离放一横杆,并在横杆上插入相应长度的插杆,固定烟叶。操作顺序同散叶自然堆放。

试验一选取同一区域田间成熟度及外观质量一致的第

**基金项目** 池州烟区烟夹散叶烘烤技术应用推广项目(20140551010)。  
**作者简介** 朱佩(1986—),男,安徽固镇人,农艺师,硕士,从事作物高产优质高效栽培工程研究。\*通讯作者,研究员,博士,从事烟叶调制与质量安全研究。

**收稿日期** 2017-06-16

8~12叶位鲜烟叶,请专业烘烤技术人员现场确认素质无明显差异。设置3个处理:处理①为散叶堆放烘烤,装烟118包,每包重32.5 kg;处理②为散叶插扦烘烤,装烟117包,每包重37.5 kg;处理③为挂杆烘烤(对照),装烟420竿,每竿重9.0 kg。

试验二选取同一区域田间成熟度及外观质量一致的第8~12叶位鲜烟叶,请专业烘烤技术人员现场确认素质无明显差异。设置4个处理:处理①为散叶堆放烘烤,装烟密度 $65.0\text{ kg/m}^2$ ;处理②为散叶堆放烘烤,装烟密度 $55.0\text{ kg/m}^2$ ;处理③为散叶插扦烘烤,装烟密度 $75.0\text{ kg/m}^2$ ;处理④为散叶插扦烘烤,装烟密度 $65.0\text{ kg/m}^2$ 。以上处理重复3次,装卸人员及烘烤师均是同一专业化服务队人员,以减少系统误差,烘烤工艺是在三段式烘烤工艺的基础上,结合其他烟区散叶烘烤技术制定的。

**1.3 样品采集与测定** 选取各个处理烤后C3F等级烟叶2.5 kg,分别制作混合样,常规化学成分检测采用王瑞新<sup>[17]</sup>的方法,感官评吸采用YC/T138—1998标准方法,外观质量评价采用安徽中烟技术中心烤烟外观赋分标准,见表1。

**1.4 数据处理** 试验数据采用Excel 2007、Spss Statistics 22软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同装烟方式装烟量、用工对比** 由表2可知,散叶装烟方式在装烟、卸烟用工上能明显降低,均与对照差异达到显著水平,散叶插扦用工节省42.44%,散叶堆放节省用工高

达60.47%。散叶堆放装烟量与对照相比基本一致,散叶插扦比对照提高15.74%,差异达到显著水平。

表1 烟叶外观质量评分标准

指标 Index	权重 Percentage	分级 Classify	得分 Score//分
颜色 Color	0.15	橘黄	7~10
		柠檬黄	6~9
		红棕	4~8
		微带青	3~6
		青黄	1~3
		杂色	1~4
成熟度 Maturity	0.25	成熟	7~10
		完熟	7~9
		尚熟	4~7
		欠熟	0~4
		假熟	2~5
		疏松	7~10
叶片结构 Leaf structure	0.20	尚疏松	5~7
		稍密	3~5
		紧密	0~3
身份 Leaf thickness	0.10	中等 <sup>[17]</sup>	7~10
		稍薄	5~7
		稍厚	5~7
		薄	0~5
		厚	0~5
		多	8~10
油分 Oil	0.15	有	5~8
		稍有	3~5
		少	0~3
色度 Color degree	0.15	浓	8~10
		强	6~8
		中	4~6
		弱	2~4
		淡	0~2

表2 不同装烟方式装烟量及用工统计

Table 2 Tobacco weight and labor amount of different loading ways

处理 Treatment	装烟量 Loading weight//kg	装烟工时 Man hour for loading tobacco//人/h	卸烟工时 Man hour for unloading tobacco//人/h	装烟量增减 Amount change %	用工量增减 Labor change %
挂竿(CK)Traditional curing	3 780 ± 36 a	66 ± 8.7 a	20 ± 1.0 a	0	0
散叶插扦 Loose leaf inserted	4 375 ± 156 b	32 ± 3.0 b	17.5 ± 1.5 b	15.74	-42.44
散叶堆放 Loose leaf pile	3 835 ± 192 a	24 ± 3.5 bc	10 ± 1.0 c	1.50	-60.47

注:同列不同字母表示在5%水平下差异显著

Note: different letters in the same column mean significant difference at 5% level

## 2.2 不同装烟方式与挂竿烘烤效果对比

**2.2.1 烤后烟叶颜色对比。**由表3可知,挂杆对照和散叶插扦装烟方式,黄烟率和青烟率表现基本一致,两者均显著

高于散叶堆放,散叶装烟方式的杂色率显著高于挂杆对照。综合来看,以挂杆和散叶插扦装烟方式较好。

表3 不同装烟方式烤后烟叶颜色对比

Table 3 Flue-cured tobacco colour of different loading ways

处理 Treatment	黄烟率 Yellow ratio	青烟率 Cyan ratio	杂色率 Proportion of non basic colors
挂杆(CK)Traditional curing	93.1 ± 2.0 a	4.0 ± 0.20 a	2.9 ± 0.40 a
散叶插扦 Loose leaf inserted	90.5 ± 2.2 a	4.2 ± 0.30 a	5.4 ± 0.53 b
散叶堆放 Loose leaf pile	78.6 ± 3.5 b	1.2 ± 0.36 b	20.3 ± 3.50 b

注:同列不同字母表示在5%水平下差异显著

Note: different letters in the same column mean significant difference at 5% level

**2.2.2 烤后烟叶外观对比。**由表4可知,散叶装烟方式烤后烟叶外观总体评价都明显高于挂竿对照,主要是颜色、油

分、色度这3个指标表现好于挂杆对照。对于改进后的装烟方式,散叶插扦略高于散叶堆放。

表 4 不同装烟方式烤后烟外观评价

Table 4 Flue-cured tobacco appearance of different loading ways

分

处理 Treatment	颜色 Colour (0.15)	成熟度 Maturity (0.25)	身份 Leaf thickness (0.10)	叶片结构 Leaf structure (0.20)	油分 Oil (0.15)	色度 Color degree (0.15)	总分 Score
挂杆(CK) Traditional curing	6.0 ± 0.20 a	9 ± 0.5 a	7 ± 0.26 a	9 ± 0.40 a	7.5 ± 0.50 a	7.0 ± 0.26 a	45.5 ± 1.75 a
散叶插杆 Loose leaf inserted	7.8 ± 0.98 b	9 ± 0.0 a	7 ± 0.50 a	9 ± 0.50 a	8.5 ± 0.44 b	7.5 ± 0.50 ab	48.8 ± 1.14 b
散叶堆放 Loose leaf pile	6.9 ± 0.36 ab	9 ± 1.0 a	7 ± 0.20 a	9 ± 0.35 a	8.5 ± 0.50 b	8.0 ± 0.50 b	48.4 ± 1.61 ab

注: 同列不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters in the same column mean significant difference at 5% level

2.2.3 烤后烟叶化学成分对比。由表 5 可知, 不同装烟方式烤后烟叶的化学成分含量变化表现不一致。散叶装烟方

式烟碱含量低于对照挂竿, 糖含量高于对照挂竿, 糖/碱明显增大, 两糖差略有减小。

表 5 不同装烟方式烤后烟叶内在化学成分

Table 5 Flue-cured tobacco chemical composition of different loading ways

处理 Treatment	烟碱 Nicotina- mide // %	总糖 Total sugar // %	还原糖 Reducing sugar // %	总钾 Total potassium %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	糖/碱 Sugar/Nico- tinamide	两糖差 Difference %
挂杆(CK) Traditional curing	1.96 ± 0.07 a	34.77 ± 2.94 a	29.74 ± 1.56 a	2.82 ± 0.11 a	0.41 ± 0.08 a	2.08 ± 0.38 a	17.75 ± 1.51 a	5.03 ± 4.24 a
散叶插杆 Loose leaf inserted	1.59 ± 0.09 a	35.31 ± 0.89 a	30.63 ± 2.80 a	2.70 ± 0.13 ab	0.37 ± 0.04 a	2.17 ± 0.12 a	22.25 ± 1.26 a	4.68 ± 3.63 a
散叶堆放 Loose leaf pile	1.69 ± 0.34 a	36.40 ± 0.87 a	32.48 ± 2.21 a	2.51 ± 0.14 b	0.35 ± 0.06 a	2.11 ± 0.08 a	22.13 ± 4.50 a	3.92 ± 1.46 a

注: 同列不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters in the same column mean significant difference at 5% level

2.2.4 烤后烟叶的评吸对比。由表 6 可知, 散叶插杆烤后烟叶的综合评吸质量不如挂竿烘烤, 差异达到显著水平, 主

要表现在香气质、香气量损失明显, 散叶插杆处理刺激性稍大, 枯焦气明显。

表 6 不同处理烤后烟叶的评吸质量

Table 6 Smoking quality of flue-cured tobacco in different treatments

分

处理 Treatment	香气质 Aroma quality (0.15)	香气量 Volume of aroma (0.10)	杂气 Miscell- aneous (0.10)	细腻度 Delicate degree (0.10)	刺激性 Thrill (0.10)	干燥感 Dry sensation (0.10)	圆润感 Mellow feeling (0.10)	甜度 Sweetness (0.10)	余味 Agreeable aftertaste (0.15)	总分 Score
挂杆(CK) Traditional curing	6.5 ± 0.5 a	6.30 ± 0.17 a	6.2 ± 0.2 a	6.33 ± 0.15 a	6.17 ± 0.15 a	6.13 ± 0.12 a	6.23 ± 0.25 a	6.00 ± 0.30 a	6.30 ± 0.30 a	56.17 ± 0.21 a
插杆 Loose leaf inserted	6.3 ± 0.1 a	6.03 ± 0.15 a	5.9 ± 0.1 a	6.03 ± 0.06 b	5.93 ± 0.12 a	6.00 ± 0.50 a	6.07 ± 0.12 a	6.00 ± 0.50 a	6.10 ± 0.17 a	54.37 ± 0.86 b

注: 同列不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters in the same column mean significant difference at 5% level

## 2.3 同种装烟方式不同装烟量烘烤效果对比

降低幅度较大, 高达到 22.7%, 散叶插杆降低 7.3%, 青烟比

2.3.1 烤后烟叶颜色对比。由表 7 可知, 随装烟量的提高, 2 种散叶装烟方式烤后烟黄烟率都降低, 散叶堆放装烟方式

例降低, 杂色烟比例增加, 散叶堆放杂色烟比例增加 24.4%。

表 7 同种装烟方式不同装烟量烤后烟颜色统计

Table 7 Tobacco colour of different loading weight for the same loading way

处理 Treatment	装烟量 Loading weight kg/m <sup>2</sup>	黄烟率 Yellow ratio // %	青烟率 Cyan ratio // %	杂色率 Proportion of non basic colors // %	副组率 Subgroup rate // %
散叶插杆 Loose leaf inserted	65	92.8 ± 2.04 a	5.1 ± 1.35 a	2.1 ± 0.53 a	7.2 ± 2.96 a
	75	85.5 ± 0.50 b	3.4 ± 0.66 a	11.1 ± 1.77b	14.5 ± 1.80 b
散叶堆放 Loose leaf pile	55	89.9 ± 1.77 a	1.6 ± 0.69 a	8.5 ± 0.50 a	10.1 ± 0.96 a
	65	67.2 ± 2.55 b	0.7 ± 0.44 a	32.1 ± 2.52 b	32.8 ± 2.43 b

注: 同列相同处理下不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters under the same treatment in the same column mean significant difference at 5% level

2.3.2 烤后烟叶外观对比。由表 8 可知, 对于散叶插杆方式来说, 随装烟量由 65 kg/m<sup>2</sup> 增加到 75 kg/m<sup>2</sup>, 烤后烟叶颜色橘黄加深, 其他指标无差异; 对于散叶堆放方式来说, 装烟量由 55 kg/m<sup>2</sup> 增加到 65 kg/m<sup>2</sup>, 烤后烟颜色略有加深, 其他

指标无差异。

2.3.3 烤后烟叶内在化学成分对比。由表 9 可知, 随装烟量的增加, 2 种装烟方式的各处理间化学成分差异不大; 散叶插杆方式糖含量略有增加, 散叶堆放方式糖含量略有降低;

糖/碱、两糖差 2 种装烟方式都有所降低。

表 8 同种装烟方式不同装烟量烤后烟外观评价

Table 8 Tobacco appearance of different loading weight for the same loading way

处理 Treatment	装烟量 Loading weight kg/m <sup>2</sup>	颜色 Color (0.15) // 分	成熟度 Maturity (0.25) // 分	身份 Leaf thickness (0.10) // 分	叶片结构 Leaf structure (0.20) // 分	油分 Oil (0.15) // 分	总分 Score 分
散叶插扦 Loose leaf inserted	65	7.5 ± 0.50 a	9.0 ± 0.40 a	7.0 ± 0.50 a	9.0 ± 0 a	8.5 ± 0.87 a	48.5 ± 1.65 a
散叶堆放 Loose leaf pile	75	8.0 ± 0.40 a	9.0 ± 0 a	7.0 ± 1.00 a	9.0 ± 0.87 a	8.5 ± 0.87 a	49.0 ± 1.87 a
散叶插扦 Loose leaf inserted	55	6.7 ± 0.29 a	9.0 ± 1.32 a	7.0 ± 0.87 a	9.0 ± 0.50 a	8.5 ± 0.50 a	48.2 ± 0.76 a
散叶堆放 Loose leaf pile	65	7.0 ± 0.87 a	9.0 ± 0 a	7.0 ± 1.32 a	9.0 ± 1.32 a	8.5 ± 0.87 a	48.5 ± 3.97 a

注: 同列相同处理下不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters under the same treatment in the same column mean significant difference at 5% level

表 9 同种装烟方式不同装烟量烤后烟化学成分

Table 9 Tobacco chemical composition of different loading weight for the same loading way

处理 Treatment	装烟量 Loading weight kg/m <sup>2</sup>	烟碱 Nicotin- amide %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	总钾 Total potassium %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	糖/碱 Sugar/ Nicotinamide	两糖差 Difference %
散叶插扦 Loose leaf inserted	65	1.51 ± 0.07 a	34.86 ± 1.00 a	30.14 ± 2.55 a	2.66 ± 0.08 a	0.33 ± 0.07 a	2.08 ± 0.18 a	23.13 ± 1.63 a	4.72 ± 2.21 a
散叶堆放 Loose leaf pile	75	1.66 ± 0.13 a	35.75 ± 2.19 a	31.11 ± 2.33 a	2.73 ± 0.08 a	0.40 ± 0.06 a	2.25 ± 0.23 a	21.57 ± 0.98 a	4.64 ± 2.13 a
散叶插扦 Loose leaf inserted	55	1.70 ± 0.15 a	37.09 ± 1.98 a	32.99 ± 2.45 a	2.46 ± 0.19 a	0.35 ± 0.12 a	2.13 ± 0.29 a	21.91 ± 1.83 a	4.10 ± 3.59 a
散叶堆放 Loose leaf pile	65	1.69 ± 0.12 a	35.71 ± 2.21 a	31.96 ± 1.07 a	2.56 ± 0.07 a	0.35 ± 0.06 a	2.09 ± 0.06 a	21.20 ± 2.07 a	3.75 ± 1.53 a

注: 同列相同处理下不同字母表示在 5% 水平下差异显著

Note: different letters under the same treatment in the same column mean significant difference at 5% level

### 3 结论与讨论

(1) 谢已书等<sup>[1]</sup>研究表明, 散叶烘烤能降低烤烟烘烤用工成本 70% 以上; 李明海等<sup>[18]</sup>研究表明, 散叶堆放烘烤劳动力成本仅为常规烤房的 40%。该研究得出散叶堆放装烟方式用工量降低 60% 以上, 散叶插扦装烟方式用工量降低 40% 以上, 这与前人研究结果一致。

(2) 从烘烤经济效益的角度来看, 散叶烘烤可有效降低烤青烟的比例, 但杂色烟的比例增加。散叶堆放装烟方式黄烟率明显低于挂竿烘烤, 散叶插扦装烟方式黄烟率与挂竿接近, 其原因可能是散叶插扦烘烤时烟叶间隙较小, 在定色阶段排湿时烟叶表皮湿度较为稳定, 不会造成外表皮硬化而阻碍继续排湿。

(3) 从烤后烟叶内在化学成分来看, 散叶烘烤烤后烟叶糖碱比更协调, 两糖差降低。这可能与散叶烘烤烟叶干燥慢, 内在物质转化更为充分有关。

(4) 从烤后烟叶的评吸质量来看, 散叶插扦烤后烟叶的综合评吸质量不如挂竿烘烤, 主要表现在香气质、香气量损失明显, 散叶插扦处理刺激性稍大, 枯焦气明显。这可能与烟叶干燥时间过长有关系, 需对工艺进行调整。

### 参考文献

[1] 谢已书, 邹焱, 李国彬, 等. 密集烤房不同装烟方式的烘烤效果[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 67-69.  
[2] 王卫峰, 陈江华, 宋朝鹏, 等. 密集烤房的研究进展[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(3): 12-14.

[3] 徐秀红, 孙福山, 王永, 等. 我国密集烤房应用现状及发展方向探讨[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 54-56, 61.  
[4] 王文超, 谭方利, 段史江, 等. 不同烟夹装烟方式对密集烤房烘烤效果的影响[J]. 河南农业大学学报, 2012, 46(6): 609-613.  
[5] 浦秀平, 徐世峰, 任杰, 等. 不同装烟方式对密集烘烤效率及烟叶质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(4): 98-102.  
[6] 孙建锋, 程建勇, 何亚浩, 等. 不同编烟方式对烤烟烘烤质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2011(23): 32-35.  
[7] 蒋笃忠, 胡京华, 张芳. 烤烟箱式散叶装烟方式的烘烤效果[J]. 作物研究, 2013, 27(6): 672-674.  
[8] 孙曙光, 周童, 顾会战, 等. 密集烤房不同装烟方式比较研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(36): 17764-17765.  
[9] 罗勇, 谢已书, 艾复清. 密集烤房不同装烟方式对经济效益的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(11): 52-54.  
[10] 周孚美, 谷云松, 孟可爱. 针式烟夹夹烟烘烤应用效果研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(2): 120-122.  
[11] 何亚浩, 贺帆, 杨荣生, 等. 不同专业化烘烤模式探索: 以曲靖烟区为例[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2011, 37(2): 135-138.  
[12] 谢已书, 邹焱, 何昆, 等. 散叶插签装烟密集烘烤对烟叶质量和经济效益的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(10): 58-60.  
[13] 王玉兵, 冯永刚, 田必文, 等. 不同烘烤环境对散烟密集烤房初烤烟叶等级质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(7): 2789-2791.  
[14] 蒋笃忠, 唐坤, 成勐松, 等. 烤烟散叶堆积式烘烤技术研究 I. 不同堆积方式的烘烤效果[J]. 中国农学通报, 2009, 25(18): 435-438.  
[15] 卢贤仁, 谢已书, 李国彬, 等. 不同装烟密度对散叶密集烘烤烟叶品质及能耗的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(6): 55-57.  
[16] 武圣江, 谢已书, 潘文杰, 等. 不同湿度条件下不同成熟度烤烟散叶密集烘烤生理变化研究[J]. 云南农业大学学报, 2012, 27(5): 733-739.  
[17] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.  
[18] 李明海, 李智勇, 罗勇, 等. 烤烟散叶堆积式烘烤技术的研究与应用[C]//中国烟草学会 2004 年学术年会论文集. 北京: 中国烟草学会, 2004.