

# 采收时间和烘烤设备对烤烟品质的影响

王建安<sup>1</sup>, 刘国顺<sup>1\*</sup>, 杜绍明<sup>2</sup>, 王廷晓<sup>3</sup>, 田 涛<sup>3</sup>, 亚 平<sup>2</sup>, 何元胜<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002; 2 云南临沧市烟草公司技术中心, 云南 临沧 677000; 3 河南中烟工业公司, 河南 郑州 450016)

摘要: 围绕烤烟种植区在密集烤房采收鲜烟的成熟把握及烘烤设备使用效果方面的争议问题, 采用不同的采收时间和常见烘烤设备(烤房)两因素交叉烘烤试验, 分析烤后烟样中化学物质成分、上中等烟所占比例和感官质量。结果显示: 各种类型的烤房都能烘烤出好的烟叶, 合理建造的烘烤设备之间没有最好和最差之分, 各类烘烤设备只有在合适的成熟度条件下, 才能发挥最佳的烘烤效果; 试验烤房最佳烘烤效果相对应的工艺技术, 是随着装烟密度的增加而需要提高成熟度。

关键词: 烤烟; 密集烤房; 采收; 烘烤; 质量

中图分类号: S572.092 文献标志码: A 文章编号: 1000- 2286(2010)06- 1121- 06

## Effects of Picking Time and Curing Equipment on the Quality of Cured Tobacco

WANG Jian- an<sup>1</sup>, LIU Guo- shun<sup>1\*</sup>, DU Shao- ming<sup>2</sup>,  
WANG Ting- xiao<sup>3</sup>, TIAN Tao<sup>3</sup>, YA Ping<sup>2</sup>, HE Yuan- sheng<sup>2</sup>

(1. College of Tobacco Science, Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China; 2 Lincang Tobacco Company of Yunnan Province, Lincang 677000, China; 3 China Tobacco Henan Industrial Limited Company, Zhengzhou 450000, China)

**Abstract** Using two- factor experiment of picking time and common curing equipment (common curing barn, semi- dense curing barn and bulk curing barn), the chemical composition, rate of superior middle grade tobacco leaves and sensory quality of cured tobacco leaves were analyzed. The result showed that all types of curing barns could cure ideal quality tobacco leaves; if properly built curing equipment could not be classified as the best and the worst, which could achieve the best curing effect only in the appropriate maturity conditions. The technological maturity corresponding to the best curing effect of curing barn was the maturity needing to be increased along with the increase of bading density.

**Key words** flue- cured tobacco; bulk curing barn; picking curing quality

影响鲜烟烤后质量的因素很多, 主要有烤房内烟叶自身的物理和化学状态、烤房内外的环境条件(风速、湿度和温度)以及装填状况等<sup>[1]</sup>。

在烟叶自身的物理和化学状态中, 成熟度是保证和提高烤后外观质量和烟叶品质的前提<sup>[2]</sup>, 不同成熟度的烟叶内含物的积累量不同, 从而影响调制后烟叶质量。著名烟草专家左天觉研究认为:。成

收稿日期: 2010- 09- 07 修回日期: 2010- 10- 26

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(110200302007)

作者简介: 王建安(1974- ), 男, 助理实验师, 硕士, 主要从事烟草调制和加工研究, E- mail wjanwyh@ 163 com; \*

通讯作者: 刘国顺, 博士生导师, E- mail liugsh@ 371. net

熟采收对烟叶质量的贡献占整个烤烟生产环节的 1/3<sup>[3]</sup>。许多学者围绕着鲜烟的不同成熟度对其体内淀粉含量<sup>[4-5]</sup>、色素变化<sup>[6-7]</sup>、多酚降解<sup>[8]</sup>、酶活性<sup>[9]</sup>、香气物质<sup>[10]</sup>、结构组织<sup>[11]</sup>、石油醚提取物生成<sup>[12]</sup>进行过研究,使人们对田间烟叶成熟过程中物理和化学物质的动态变化有了基本了解。

同样,诸多学者在烤房内外的环境条件和填充状态方面也做了大量的探索,中国烘烤设备在结构方面逐步得到完善<sup>[13-16]</sup>、烘烤环境得到优化<sup>[17]</sup>、装填更加科<sup>[18-19]</sup>、自控技术日臻成熟<sup>[20]</sup>。从最初的低矮草房到现代大型电脑控制的密集烤房群落建设,中国的烤烟烤房发生了翻天覆地的变化。2010年,中国烟叶总公司在全国烟区统一了密集烤房结构建造、加热设备和通风系统规格<sup>[21]</sup>。

中国是世界上烤烟生产最大的国家。在当前密集烤房的推广中,部分产区在密集烤房采收鲜烟的成熟把握以及不同的烘烤设备使用效果方面仍存在争议,而针对这方面的报道也很少,需要展开细致的研究。找出各类烤房合适的烘烤成熟度,避开文字性笼统的成熟的外观描述,提高烘烤质量,同时为密集烤房推广使用提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2009 年在云南临沧市凤庆县洛党和永德县永康进行,供试品种为云烟 87。试验田海拔 1 100 m,土壤肥力中等,烟田施用氮肥 82.5 kg/hm<sup>2</sup> (N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O = 1: 1.25: 3),规范化栽培管理。大田施肥和管理参照当地优质烤烟生产技术要求进行;供试点各类烤房都按三段式烘烤技术进行烘烤。

### 1.2 试验设计

采取两因素(采收时间和烘烤设备)交叉试验,采收时间详见表 1。每个处理设 3 次重复,每一处理 300 株烟,以下部叶为 4~6 叶位、中部叶为 10~12 叶位、上部叶为 16~18 叶位分别代表下、中、上部叶,挂牌固定叶位。每次采收符合处理条件的鲜烟叶 500 片,编成 5 竿,挂到对应的烤房中棚中间位置进行烘烤。

烘烤设备处理(图 1)分别是:处理 1:普通标准化气流上升式烤房(简称普通,CCB);处理 2 普通标准化气流上升式改为密集烤房(简称改密,SCB);处理 3 气流上升密集烤房(装烟室 8 m,简称密集,BCB)。

### 1.3 取样及测试指标

1.3.1 上中等烟比例 烘烤结束后,挂牌标记 5 竿烟叶中 3 竿烤后烟经过回潮,按照 GB2635-92 烤烟分级标准进行外观质量评价,统计上中等烟比例。

1.3.2 常规化学成分分析 1 竿烤后烟叶不分等级地混合,在低温干燥箱中低温干燥(-20℃),粉碎,过 60 目细筛,测定烟碱、总糖、总氮和 K<sub>2</sub>O 烟叶常规化学成分。采用 AA3 连续流动分析仪(德国 BRAN,

表 1 采收时间

Tab 1 Time of experimental treatments

处理 Treatment		移栽后天数 / d After time of transplant
下部叶 Lower leaf	A	55
	B	60
	C	65
	D	70
中部叶 Middle leaf	A	80
	B	85
	C	90
	D	95
上部叶 Upper leaf	A	105
	B	110
	C	115
	D	120
	E	125



图 1 试验烤房

Fig 1 Experimental curing barn

+ LUEBBE 公司), 运行条件与环境因素按照 YC/T160-2002《烟草及烟草制品 总植物碱的测定——连续流动法》YC/T159-2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定——连续流动法》YC/T22000《烟草及烟草制品 总氮的测定——连续流动法》YC/T173-2003《烟草及烟草制品 钾的测定——火焰光度法》

1.3.3 感官评吸 1 竿烤后烟叶不分等级地混合, 经过恒温恒湿回潮, 机器切成 0.8 mm 宽的烟丝, 通过单只卷烟器 (GIZEH Raucherbedarf) 把烟丝充入到带过滤嘴的空烟棒中 (来源于河南中烟)。制成重量 (900 ± 15) mg/支、长度为 85 mm/cig 单料烟支, 并在温度 (22 ± 1) °C、相对湿度 (60 ± 2)% 的环境中平衡水分 48 h<sup>[22]</sup>。5 人组成的评吸小组评价试验烟样的感官质量, 评价方法参照文献 [23]。

### 1.4 统计描述

使用 SPSS17.0 进行统计分析, 利用 GraphPad Prism 5.0 Demo 软件制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 上中等烟比例

上中等烟所占比例代表烟叶的外观质量、均价, 与烟农的经济利益密切相关, 其比例高低也是衡量烤房性能好坏的关键指标。

2.1.1 不同时间上中等烟比例 从图 2 可以看出, 相同的烘烤设备在相同的采收时间点烤后上中等烟比例均值差异较为明显, 不同烘烤设备在不同的采收时间烤后上中等烟比例差异也很明显, 大多在 0.05 水平上达到显著水平。

方差分析显示: 下部叶上中等烟比例, 普通在 60 d 采收上中等烟的比例最高, 与 55 d 和 65 d 采收没有达到显著差异, 但三者与 70 d 达到显著差异; 改密在 65 d 采收上中等烟的比例最高, 与 60 d 没有达到显著差异; 但二者与 55 d 和 70 d 达到显著差异; 密集在 55 d、60 d、65 d 达到显著差异, 但 55 d 和 70 d 没有达到显著差异。中部叶改密在 85 d 和 90 d 差异不明显, 普通、改密和密集烘烤设备上中等烟叶比最高的分别是: 85 d、90 d、90 d。上部烟叶普通 115 d 和 120 d 差异不明显, 普通、改密和密集烘烤设备上中等烟叶比最高的分别是: 115 d、120 d、120 d。从上中等烟叶所占比例均值最高值来看, 随着装烟密度的增加和采收时间的延迟, 鲜烟烘烤后上中等烟比例增加, 即较大的装烟密度需要较高的成熟度。

2.1.2 不同烘烤设备上中等烟比例对比 由图 3 可知, 下部叶密集烘烤的上中等烟比例最高, 中部叶是普通, 上部叶是密集, 特别是能够减少上部烟叶的挂灰程度, 显示了不同烘烤设备的烘烤效果存在差异性。但是方差分

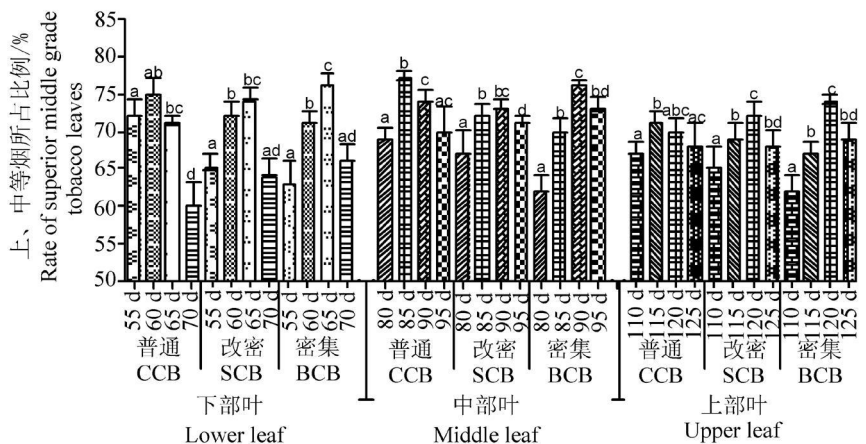


图 2 不同处理烤后烟叶上中等烟所占比例

Fig 2 Rate of superior middle grade tobacco leaves accounted for by different treatments

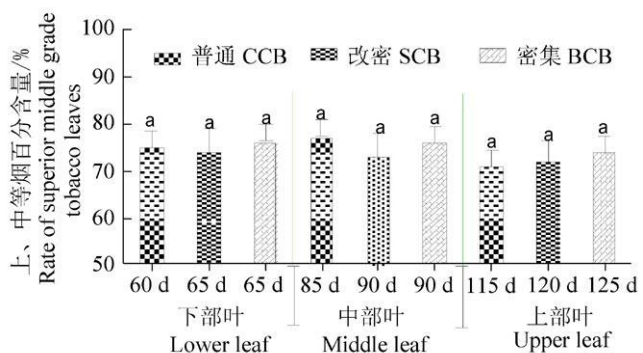


图 3 不同烘烤设备在最佳采收时间烘烤效果的对比

Fig 3 Results comparison of different curing equipment

in the best harvested time

析不同种类的烤房间的均值没有达到显著差异,说明试验烤房间烘烤结果的差异是由人为因素和自然因素造成的,各类烤房在合适的烘烤时间内采收均能达到最佳的烘烤效果,这与以前文献密集烘烤效果好于普通烘烤效果不相符<sup>[19,24]</sup>。

## 2.2 常规化学物质

表 2 表明,各处理烤后烟叶的主要化学成分含量均在适宜范围内,但是处理间具有明显差别。从采收时间处理的烤后烟样分析,随着采收时间的延迟,相同烤房的烟叶烤后样中烟碱和总氮含量呈现增加的趋势;总糖和 K<sub>2</sub>O 呈现下降趋势。从各类烘烤设备调制出的烟样分析,随着装烟密度的增加,相同采收时间的鲜烟烤后烟样总糖含量由大到小依次为:普通,改密,密集;K<sub>2</sub>O 烟碱和总氮烤后烟样含量由大到小依次为:密集,改密,普通。密集烤房内烘烤出来的烟叶 K<sub>2</sub>O 含量高,可能与密集烘烤进程的一致性增强、定色期强制通风促使叶片迅速干燥有关,这样减少了 K<sub>2</sub>O 向主脉中的转移量,从而导致叶片中 K<sub>2</sub>O 含量增高<sup>[25]</sup>。

表 2 不同处理烟叶主要化学成分含量

Tab 2 The contents of chemical components of curing leaves of different treatments

部位 Position	处理 Treatments	烟碱 Nicotine		总糖 Total sugar		总氮 Total N nitrogen		K <sub>2</sub> O			
		范围 Range	均值 Mean	范围 Range	均值 Mean	范围 Range	均值 Mean	范围 Range	均值 Mean		
		%									
下部叶 Lower leaf	普通 Common	A	55 d	1.67~1.68	1.69	31.8~32.0	32.07	1.52~1.73	1.65	2.76~2.96	2.80
		B	60 d	1.54~1.80	1.71	30.4~31.0	30.73	1.62~1.87	1.75	2.55~2.92	2.69
		C	65 d	1.71~1.95	1.79	28.7~32.3	30.53	1.61~1.96	1.76	2.64~2.77	2.69
		D	70 d	1.88~2.11	1.98	27.9~31.1	29.87	1.80~1.98	1.89	2.55~2.79	2.64
	改密 Semi-dense	A	55 d	1.64~1.77	1.71	30.3~31.7	31.07	1.55~1.74	1.67	2.84~2.93	2.88
		B	60 d	1.68~2.11	1.95	28.5~32.6	30.77	1.54~1.93	1.67	2.72~2.91	2.82
		C	65 d	1.72~2.25	2.02	26.7~32.1	30.27	1.77~1.89	1.84	2.58~2.89	2.70
		D	70 d	2.18~2.32	2.24	27.4~29.2	28.53	1.87~1.99	1.94	2.60~2.76	2.69
	密集 Bulk	A	55 d	1.74~1.87	1.82	26.8~32.8	30.60	1.62~1.81	1.72	2.68~2.92	2.78
		B	60 d	1.82~1.99	1.91	30.1~31.0	30.53	1.68~1.89	1.76	2.66~2.82	2.74
		C	65 d	1.86~2.35	2.08	28.5~30.1	29.33	1.68~1.91	1.80	2.66~2.84	2.74
		D	70 d	2.10~2.44	2.24	27.0~29.2	27.97	1.79~1.83	1.81	2.63~2.79	2.71
中部叶 Middle leaf	普通 Common	A	80 d	2.52~2.91	2.71	32.3~33.2	32.83	1.92~2.15	2.07	1.93~2.22	2.10
		B	85 d	2.77~2.84	2.81	31.4~34.3	32.40	2.12~2.18	2.16	1.9~2.04	1.98
		C	90 d	2.76~3.05	2.86	32.5~31.9	32.33	2.13~2.30	2.21	1.87~2.03	1.97
		D	95 d	3.83~3.12	3.00	28.6~31.0	29.47	2.07~2.20	2.15	1.86~1.91	1.88
	改密 Semi-dense	A	80 d	2.80~2.99	2.87	31.9~33.4	32.57	1.98~2.06	2.02	2.11~2.16	2.14
		B	85 d	2.82~3.10	2.93	28.1~34.6	32.17	2.07~2.18	2.12	2.01~2.15	2.08
		C	90 d	2.69~3.38	3.00	28.7~32.5	30.93	1.99~2.23	2.12	1.90~2.21	2.03
		D	95 d	2.78~3.19	2.96	28.1~30.2	29.40	2.16~2.21	2.18	1.95~2.03	1.98
	密集 Bulk	A	80 d	2.80~3.07	2.94	29.5~33.5	32.40	1.97~2.15	2.04	1.96~2.19	2.11
		B	85 d	2.81~3.17	3.02	31.0~33.4	32.37	2.12~2.15	2.14	1.90~2.21	2.02
		C	90 d	3.04~3.11	3.07	29.3~31.0	29.87	2.07~2.24	2.15	1.92~2.06	2.01
		D	95 d	3.12~3.16	3.14	28.9~30.1	29.37	2.02~2.26	2.18	1.89~1.99	1.95
上部叶 Upper leaf	普通 Common	A	110 d	3.57~3.71	3.64	31.2~31.7	31.53	1.98~2.08	2.03	1.87~2.10	1.95
		B	115 d	2.59~3.80	3.70	26.0~31.7	29.27	1.99~2.17	2.09	1.79~1.98	1.90
		C	120 d	3.64~3.89	3.73	26.7~31.7	28.23	2.06~2.21	2.14	1.81~1.90	1.87
		D	125 d	3.58~4.32	3.87	25.9~31.5	27.90	2.17~2.24	2.21	1.77~1.92	1.86
	改密 Semi-dense	A	110 d	3.54~3.68	3.59	29.2~32.4	30.30	2.23~2.50	2.37	2.00~2.08	2.03
		B	115 d	3.53~4.19	3.78	28.0~31.3	29.83	2.35~2.45	2.39	1.77~2.11	1.94
		C	120 d	3.58~4.00	3.79	27.7~31.2	29.80	2.42~2.49	2.45	1.76~2.05	1.88
		D	125 d	3.52~4.16	3.84	26.9~27.7	27.40	2.43~2.55	2.51	1.75~1.88	1.81
	密集 Bulk	A	110 d	3.60~3.84	3.71	26.3~31.2	28.70	2.33~2.48	2.40	1.92~2.08	2.01
		B	115 d	3.43~3.88	3.71	26.4~30.6	28.53	2.36~2.59	2.45	1.91~2.05	1.96
		C	120 d	3.62~3.65	3.75	25.8~30.8	28.10	2.35~2.58	2.50	1.84~2.03	1.93
		D	125 d	3.61~3.96	3.80	25.9~26.0	25.97	2.41~2.62	2.52	1.78~1.90	1.83



### 2.3 感官评吸

由图 4 可知,各处理间的下部单料烟的得分差值较小,中部叶最大。各类烤房的单料烟在不同时段的得分显示先升高后下降,说明单料烟的感官质量随着时间的推移,先升高后下降,这是符合烟叶在大田里面的生长规律的。从图 4 中不同烘烤设备配套合适的采收时间感官得分看,分值的大小与上中等烟所占的比例具有相似之处,结合图 2 可以得出各类烘烤设备对云烟 87 的最佳采收时间为:下部烟叶普通是 50~65 d 改密是 60~65 d 密集是 65 d 中部烟叶普通是 85 d 改密是 85~90 d 密集是 90 d 上部烟叶普通是 115~120 d 改密是 120 d 密集是 120 d

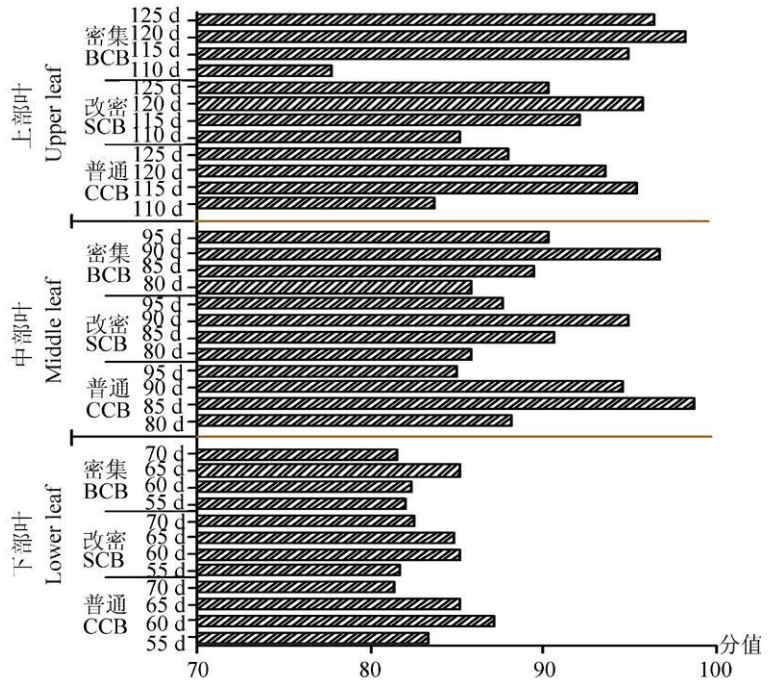


图 4 不同处理的评吸结果

Fig 4 Results of sensory smoking of different treatments

### 3 讨论与结论

烟叶成熟度概念的含义是相对的,会因人、因时和工业的需求而改变<sup>[26]</sup>。试验结果出现了各类烤房最佳烘烤质量相对应的工艺成熟度,随着装烟密度的增加需要采收时间的延迟,这可能与烤房的自身结构有一定关系。普通标准化烤房棚数较多,在热的传导方式上,从底棚到上棚,需要一定的时间,垂直温差较大,往往下棚烟叶进入定色期,上棚烟叶还在变黄期,在烤房内可以通过鲜烟分类编竿的方式在烤房内弥补田间成熟期间物质的转化,达到工艺成熟度的要求;密集烤房棚数较少,热空气在循环风机带动下强制通风,垂直、平面温差较小,整个烤房内的烟叶变黄、定色、干筋几乎同步,烘烤一致性增强,烤房内不能完成田间成熟度-工艺成熟度的物质转化,从而要求成熟度较高;普通标准化改密烤房的结构是介于普通和密集中间的类型,因此对烟叶的成熟度介于二者之间。密集烤房的大量推广是近两年的事情,对鲜烟成熟度的正确把握是获得当前密集内在品质和外观等级质量优良的原烟的前提。

先前有许多学者对比密集烘烤和普通烘烤的结论往往是密集烘烤效果好于普通烘烤。通过文献知道以往研究烘烤设备的对比烘烤试验方法时,是使用不同烘烤设备烘烤同一天采收的烟叶(一种成熟度的对比)<sup>[19,24]</sup>,不同烘烤设备构造不同导致烘烤环境的差异,调制统一成熟的烟叶会有差异,而以此来比较烘烤设备的好坏,显然是不合适的<sup>[28]</sup>。通过这次试验发现,各种类型的烤房都能烘烤出较好的烟叶,合理的烘烤设备之间没有最好和最差之分,各类烘烤设备只有在合适的成熟度条件下才能发挥最佳的烘烤效果。因此,针对目前大力推广的密集烤房,必须找到配套密集的成熟度烟叶进行烘烤,如果仍然采用以往普通的采收方式,可能达不到密集烘烤设备的效果。本文采用的烤烟品种是云烟 87 至于不同品种其合适的密集烘烤的成熟度把握,还需要做相关的研究。

#### 参考文献:

- [1] 王建安, 李文刚, 余金恒, 等. 普通烤房改造为密集式烤房的适宜循环风机研究 [J]. 中国农学通报, 2009 25(4): 288-291
- [2] 朱尊权. 烟叶分级和烟叶生产技术的改革 [J]. 烟草科技, 1990(3): 2-7
- [3] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学 [M]. 上海: 远东出版社, 1994 85-92
- [4] 吴杭亮, 陈朝阳, 何唤辉, 等. 采收方式、成熟度和凋萎时间对烤烟上部叶淀粉含量的影响 [J]. 武夷科学, 2007(23):

- [5]王怀珠,杨换文,郭红英. 烘烤过程中不同成熟度烟叶淀粉的讲解动态 [J]. 烟草科技, 2004(10): 36-39.
- [6]夏凯,齐绍武,周冀衡,等. 烤烟的成熟度与叶片组织结构及叶绿素含量的关系 [J]. 作物研究, 2005 19(2): 102-105.
- [7]张树堂,杨雪彪. 烤烟两种品种采收成熟度对色素和多酚化合物的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2006 21(6): 756-760.
- [8]宫长荣,王爱华,王松峰. 烟叶烘烤过程中多酚类物质的变化与化学成分的相关分析 [J]. 中国农业科学, 2005, 38(11): 2316-2320.
- [9]王峰吉,陈朝阳,江豪. 烤烟品种云烟 85 烟叶的成熟度. II. 成熟度与保护酶及膜脂过氧化作用的关系 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2002, 31(2): 162-166.
- [10]赵明钦,于建春,程玉渊,等. 烤烟烟叶成熟度与香气质量的关系 [J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(3): 10-14.
- [11]冉邦定,李天富,陈萍. 成熟度、施肥量留叶数与烟叶组织结构和比重的关系 [J]. 云南烟草, 1993(2): 56-59.
- [12]徐汉增,王能如,刘领,等. 烘烤工艺、成熟度和取样方式对烤烟 CB-1 石油醚提取物的影响 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(12): 3654-3655.
- [13]刘奕平,许锡祥. MY-I 型双炉烤房安装与烘烤试验初报 [J]. 中国烟草科学, 1998, 19(2): 21-23.
- [14]黄立栋,彭剑涛. 气流下降循环式烤房的研究简报 [J]. 中国烟草学报, 1998, 6(4): 79-80.
- [15]汪廷录,杨清友,张正选. 介绍一种“一炉双机双炕”式密集烤房 [J]. 中国烟草科学, 1982(1): 37-39.
- [16]韩永镜,李桐,李谦,等. 密集炕房的结构及工艺改进 [J]. 安徽农业科学, 2003, 31(5): 773-774.
- [17]武圣江,宋朝鹏,霍开玲,等. 纳米涂料烤箱烘烤对细胞壁酶及组分和经济性状和影响 [J]. 中国农业科学, 2009, 42(11): 4115-4119.
- [18]王学龙,宋朝鹏,潘建斌,等. 散叶烤房系列研究. II. 装炕技术研究 [J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 319-321.
- [19]王建安,余金恒,代丽,等. 普通标准化烤房改造为密集式烤房适宜装烟密度研究 [J]. 河南农业科学, 2008(1): 37-39.
- [20]潘建斌,董志坚,宫长荣. WSD02-2 型多点温湿度监测仪的设计与应用 [J]. 烟草科技, 2007(8): 13-14.
- [21]中国烟叶总公司. 密集烤房技术规范(修订版) [Z]. 2009-10-12.
- [22]ISO. Tobacco and tobacco products— atmosphere for conditioning and testing [S]. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1999.
- [23]王建民,袁红星,李晓,等. 烟叶配伍性评价方法及规律性研究 [J]. 烟草科技, 2007(6): 3-5.
- [24]成勍松,陈和春,蒋笃忠. 密集烤房应用研究. I. 密集烤房与普通烤房应用效果对比 [J]. 湖南农业科学, 2009(9): 114-116.
- [25]Jenkins R W, Grubbs H J, Newm an R H, et al. The distribution of selected inorganic elements in tobacco by instrumental neutron activation analysis [J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1987, 113(2): 477-485.
- [26]宫长荣. 烟草调制学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 117-118.
- [27]谢巳书,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.