

# 不同装烟方式对烟叶色泽·酚类物质及抗氧化能力的影响

傅茂润<sup>1</sup>, 赵双<sup>1</sup>, 侯连涛<sup>1</sup>, 曲清莉<sup>1</sup>, 代红飞<sup>1</sup>, 董梅<sup>2</sup>, 苏建东<sup>2</sup>, 刘广玉<sup>2</sup>, 杨举田<sup>2</sup>, 王梅勋<sup>2</sup>, 田雷<sup>2</sup>, 杨永花<sup>2</sup>, 谭效磊<sup>2</sup>, 徐硕<sup>2</sup>, 宗浩<sup>2</sup> (1. 齐鲁工业大学食品与生物工程学院, 山东济南 250353; 2. 山东临沂烟草有限公司, 山东临沂 276005)

**摘要** [目的]考察不同装烟方式对烟叶品质的影响。[方法]采用烟篋、烟夹和烟筐3种装烟方式进行烤烟,对烟叶的色泽、酚类物质和抗氧化能力进行了比较研究。[结果]研究表明,烟夹和烟篋装烟方式下的烟叶 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值均高于烟筐装烟,3种装烟方式的烟叶 $a^*$ 、 $b^*$ 值之间没有显著性的差异, $L^*$ 值则有显著性差异( $P < 0.05$ ), $h$ 值中烟夹和烟筐装烟方式显著低于烟篋装烟。烟篋烤烟的总酚、绿原酸含量最高,烟夹烤烟次之,烟筐烤烟的最低,且有显著性的差异( $P < 0.05$ ),而芸香苷含量差别不大。3种装烟方式的抗氧化能力顺序(DPPH自由基清除能力和还原能力)为烟篋>烟夹>烟筐,且与总酚含量和绿原酸含量之间存在一定的正相关性。[结论]从烟叶品质和抗氧化能力考虑,3种装烟方式中,烟篋装烟是比较好的选择。

**关键词** 酚类物质; 色泽; 抗氧化能力

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)03-00901-02

## Effect of Different Loading Methods on the Color, Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Cured Tobacco Leaves

FU Mao-run et al (College of Food Science and Bioengineering, Qilu University of Technology, Jinan, Shandong 250353)

**Abstract** [Objective] To investigate the effects of different loading methods on tobacco leaf quality. [Method] Using loose leaves, smoke clamp and smoke basket-holding, color, phenolic compounds and their antioxidant capacity of flue-cured tobacco leaves were studied. [Result] The results showed that  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  value of tobacco leaves by smoke clamp and basket-holding loading methods were higher than those of loose leaves loading method, and no significant differences were found for  $a^*$  and  $b^*$  value, while for  $L^*$  and  $h$  value, distinct differences were existed among three loading methods. Total phenolic content and chlorogenic acid content of tobacco leaves by basket-holding loading were much higher followed by smoke clamp and loose leaves ( $P < 0.05$ ), however, rutin content was less distinct different. The order of the antioxidant properties, such as DPPH free radical scavenging activity and reducing powder, of tobacco leaves treatment by different three loading methods was smoke basket-holding > smoke clamp > loose leaves, and a positive relationship was found between antioxidant property and total phenolic content and chlorogenic acid content. [Conclusion] In view of tobacco leaves quality and antioxidant property, loading method of smoke basket-holding would be the better choice.

**Key words** Phenolic compounds; Color parameters; Antioxidant capacity

装烟方式对烟叶的烘烤品质有较大的影响。目前,在全国范围内传统烘烤采用编烟挂竿烘烤,费工费时,因此,各产区商业公司、科研院所、烘烤设备生产厂家纷纷开始探究与密集烤房更为配套的烘烤装烟方式,其中包括堆积式散叶烘烤、插签式散叶烘烤、框架式散叶烘烤、箱式散叶烘烤、烟夹烘烤等,烟夹夹持和散叶堆积式烘烤最为省工<sup>[1]</sup>,而对烟夹夹持和散叶堆积式烘烤技术研究较少<sup>[2]</sup>。

针对不同装烟方式的研究,目前主要集中在经济性和烟叶品质上,主要以感官判断烟叶的色度品质,使用色差计准确测量的较少,而对不同装烟方式的抗氧化能力则未有涉及。笔者采用烟夹夹持、散烟烟篋支撑及烟筐固定的装烟方式在标准烤房烘烤烟叶,对最终成品的色泽、酚类物质及抗氧化性进行分析,并对酚类物质及抗氧化性与 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 推荐的表色系之间的相关性进行了讨论,以期对装烟方式的选择提供一定的指导和借鉴。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 试验用烟草(NC55)于2013年7月24日采自山东省临沂烟草公司试验站,手工采摘后装入纸箱中立即运回实验室,剔除残次、病虫、机械伤害叶片后,挑选烟叶质量、大小和颜色均匀一致的烟叶,分别以烟篋、烟夹和烟筐3种装烟方式进行烘烤,采用三段式烘烤模式。

**1.2 烤房设备配置** 烤房要求标准烤房(采用角钢挂烟梁),装烟3层。

**1.2.1 烟篋装烟。**材质为中碳钢,直径不小于3 mm的钢条,组成长宽均为20 mm网状孔,整个烟篋长1 320 mm、外宽140 mm。

**1.2.2 烟夹装烟。**烟夹规格(梳式烟夹)材质为Q235钢,方管或U型管方管横截面20 mm×30 mm,材料厚度1 mm,插针材料为中碳钢,直径不小于3 mm,焊接后整体镀锌尺寸:长1 320 mm、外宽140 mm、内宽100 mm,插针采用单排设计,数量50根,均匀排列,两端各空距60 mm,设计鲜烟夹持量12.5 kg左右。

**1.2.3 烟筐装烟。**烟筐由筐体、烟叶固定插排、烟叶限位网栅等部件组成。筐体呈长方体形,各边及条条均采用多孔角铁并通过螺栓连接,可自由拆卸和组装,烟叶固定插排由基部连合的5~9根串针组成,烟叶限位网栅由金属或植物材料制成,平放在筐内烟叶夹层。

**1.3 测定项目与方法** 叶片褐变情况,同时用WSC-3型全自动测色色差计(北京光学仪器厂)测量叶片 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值变化,每片正反面各测3个点,取平均值,计算公式 $h$ (色泽)=[ATA N(b/a)/2]360+180<sup>[3]</sup>;65℃烘干,磨碎过40目筛后保存,留待常规分析。

总酚的测定采用福林试剂法<sup>[4]</sup>,绿原酸和芸香苷的测定采用比色法<sup>[5]</sup>,DPPH自由基清除能力的测定采用Lee等的方法<sup>[6]</sup>,还原能力的测定采用Fu等的方法<sup>[7]</sup>。

**基金项目** 山东省烟草局面上项目。

**作者简介** 傅茂润(1981-),男,山东泰安人,副教授,博士,从事农产品加工技术研究。

**收稿日期** 2014-01-07

**1.4 统计分析** 试验数据采用 Excel 进行数据计算和做图, SPSS One-way ANOVA 进行差异显著性分析,  $P < 0.05$  表示差异显著。

## 2 结果与分析

**2.1 不同烤烟方式对烤后烟草色泽参数的影响** 色差计可以  $L^*$  (从黑到白, 表示亮度,  $0 \sim 100$ )、 $a^*$  (从绿到红,  $-A \sim +A$ )、 $b^*$  (从蓝到黄,  $-B \sim +B$ ) 3 个方向三维立体分别评价。

烟筒、烟夹和烟筐烤烟的  $a^*$  值分别为 24.0、21.2 和 16.4, 彼此之间均没有显著性的差异 ( $P > 0.05$ , 图 1a)。3 种烤烟方式的  $b^*$  值大小顺序为烟筒 > 烟夹 > 烟筐, 与  $a^*$  值相似, 任两种之间都没有显著性的差异 ( $P > 0.05$ , 图 1b)。由图 1c 可知, 3 种烤烟方式的烤后烟叶的  $L^*$  值都在 60 ~ 80, 烟筒的最大, 其次为烟夹和烟筐烤烟, 烟筐烤烟与其他 2 组存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。

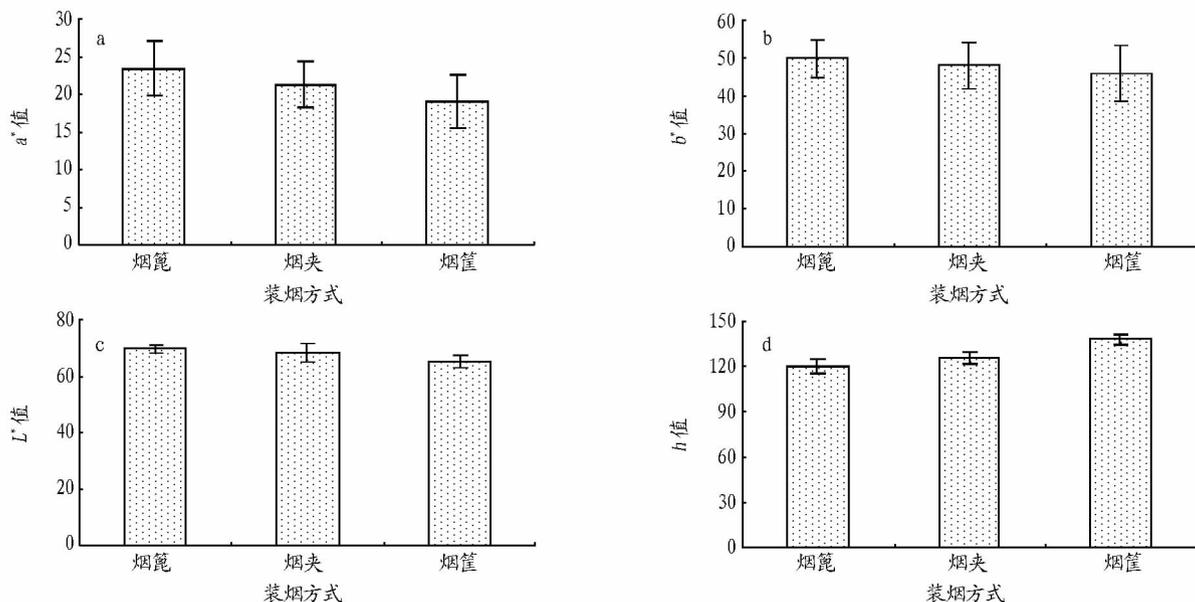


图 1 不同装烟方式对烟叶色泽参数的影响

$h$  值是烟叶的色度角, 是根据  $a^*$ 、 $b^*$  值计算的综合色度指标, 其值越大代表绿色越深, 越小代表红色越深, 越接近 90, 代表黄色越深<sup>[8]</sup>。由图 1d 可知, 烟筒、烟夹、烟筐方式烤烟的  $h$  值分别为 139.00、125.8 和 129.4, 烟夹和烟筐烤烟显著低于烟筒 ( $P < 0.05$ ), 但烟夹与烟筐的  $h$  值没有显著性的差异 ( $P > 0.05$ )。

**2.2 不同装烟方式对烟叶酚类物质的影响** 酚类物质对烟叶的色泽形成及其成品安全性都有着很重要的作用。由表 1 可知, 3 种装烟方式的烤烟总酚含量占烤后烟叶干重的 3.0% ~ 3.5%, 与李尼杭等的研究结果一致<sup>[9]</sup>。其中烟筒烤烟的总酚含量最高, 烟夹次之, 烟筐烤烟的总酚含量最低, 且有显著性的差异 ( $P < 0.05$ ), 大小顺序与  $L$  及  $a^*$  值的大小顺序刚好一致。绿原酸是烟草样品中主要的酚类物质, 作为棕色化反应的主要底物, 对烤烟颜色变化起着非常重要的作用, 直接影响烟草评吸品质。3 种烤烟的绿原酸含量大小顺序与总酚含量完全一致, 并且有着显著的差异 ( $P < 0.05$ )。

表 1 不同装烟方式对酚类物质的影响 mg/g

装烟方式	总酚含量	绿原酸含量	芸香苷含量
烟筒	32.88 ± 0.81 a	26.62 ± 0.83 a	3.62 ± 0.32 a
烟夹	32.27 ± 1.15 b	25.03 ± 0.98 b	3.84 ± 0.29 a
烟筐	30.13 ± 0.42 c	22.87 ± 0.75 c	3.59 ± 0.22 a

注: 所有数值均表示为平均值 ± SD ( $n = 3$ ), 同列的不同字母代表有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

对芸香苷含量, 烟筒、烟夹和烟筐装烟的烟叶中芸香苷含量分别为 3.62、3.84 和 3.59 mg/g, 差异不大 ( $P < 0.05$ )。

**2.3 不同装烟方式对烟叶抗氧化活性的影响** DPPH 自由基清除率和还原能力是评价抗氧化性的常用指标。由表 2 可知, 3 种装烟方式对 DPPH 自由基的清除率都达到了 45% 以上, 其中烟筒装烟的 DPPH 自由基清除率达到 57.56%, 明显高于其他 2 种烤烟 ( $P < 0.05$ ), 烟夹烤烟的 DPPH 自由基清除率也明显高于烟筐 ( $P < 0.05$ )。对还原能力, 3 种装烟方式则体现出了完全相同的趋势, 这与傅茂润等在紫藤花上的研究结果是类似的<sup>[10]</sup>。

表 2 不同装烟方式对烟叶抗氧化活性的影响

装烟方式	DPPH 自由基清除能力/%	还原能力( $A_{700\text{nm}}$ )
烟筒	57.56 ± 2.81 a	0.655 ± 0.029 a
烟夹	52.27 ± 1.65 b	0.557 ± 0.048 b
烟筐	46.13 ± 2.35 c	0.505 ± 0.075 c

注: 所有数值均表示为平均值 ± SD ( $n = 3$ ), 同列的不同字母代表有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

## 3 结论与讨论

前人的很多研究都已经证实, 不同的装烟方式对烤烟的品质有着很大影响<sup>[11-12]</sup>。该研究显示, 烟夹及烟筒烤烟的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值都高于烟筐烤烟,  $h$  值与之相反。3 种烤烟的  $a^*$ 、 $b^*$  值之间都没有显著性的差异。因此, 这 3 种烤烟的色

(下转第 938 页)

的情况下,台与局之间的业务员,容易因为僧多粥少,产生恶性竞争。

因目前“市代县”集中制作,分散经营,创收所得归县局所有,市局“免费劳力”没有得到应有收益。

**4.3.3 增强专业知识等方面。**硬件投入不足,人员和技术底子差,高层次人才缺乏。充分发挥现有设备人员和资金的效益,提升气象影视服务制作质量,提高整体竞争力。目前需加强业务员、管理人员培训,加强包含编辑、摄像、制作、播音、设备保障等环节的制作队伍培训。

## 5 结语

天气预报节目集约化对实现经济效益和社会效益具有双重积极作用,随着竞争愈加激烈,气象影视若仍分散经营,就有被各个击破的可能<sup>[6]</sup>。濮阳市气象局逐步完善了影视演播室电视制作系统的升级改造,完成了各县区天气预报“集约化”工作,实现了气象局与电视台之间实施网络传输;

(上接第 902 页)

泽参数的差异主要存在于  $L^*$  值和  $h$  值。橘黄色是成品烟叶最受欢迎的色泽,从该试验的数据可以看出,烟夹和烟筐装烟方式下烤烟的品质要高于烟筐烤烟。

与色泽参数不同,3 种烤烟的酚类物质参数(总酚、绿原酸和芸香苷含量),每 2 组之间都有显著性的差异。总酚和绿原酸均是烟筐方式下最高,芸香苷是烟夹方式下最高,烟筐方式下都是最低的。据闫克玉等的研究结果<sup>[13]</sup>,总酚、绿原酸及芸香苷含量越高,烤烟品质越好。因此认为,烟筐和烟夹方式下烤烟的品质更好。

多酚化合物是生物材料起抗氧化活性的物质基础<sup>[14]</sup>。抗氧化活性的数值(DPPH 自由基清除率和还原力)表明,烟筐装烟的抗氧化能力显著高于其他 2 种方式,这与总酚及绿原酸含量的变化趋势一致。酚类物质具有通过单电子转移来清除自由基、过氧化和羟基自由基的能力<sup>[15]</sup>,而且还具有氧化还原能力,可作为还原剂、氢受体和单线态氧淬灭剂<sup>[16]</sup>。研究表明,总酚和抗氧化能力之间具有较高的正相关性<sup>[17-20]</sup>或线性关系<sup>[7,21]</sup>。该研究的发现与上述观点类似,烟叶中总酚含量和绿原酸含量越高,其抗氧化能力越强,而绿原酸很可能是烟叶中起抗氧化作用的最主要的酚类物质,而芸香苷则可能不是,这需要进一步的研究证实。

该研究选择的 3 种装烟方式中,烟筐装烟方式得到的烤烟的品质较好,相应也具有较高的抗氧化性。综合考虑,烟筐比烟夹和烟筐装烟具有更大的推广价值。

## 参考文献

- [1] 李春艳,聂荣邦. 烟叶烘烤过程中部分化学成分的动态变化研究进展[J]. 作物研究,2005(5):312-313.
- [2] 蒋笃忠,成勛松,骆君华,等. 烟叶主要化学成分在不同烘烤方式中的动态变化[J]. 中国农学通报,2009,25(1):67-69.
- [3] 李云,钱春梅,陆旺金,等. 香蕉和大蕉果实不同温度下催熟后的色泽变化[J]. 园艺学报,2006,33(3):617-620.

进行了影视制作设备的更新,对广告市场化、人才培养等起到一定表率作用。探究地市电视气象节目“集约化”模式,需要注意因地制宜地与发展环境相匹配,创造出气象影视发展的美好未来。

## 参考文献

- [1] 柏枫. 发展地市级气象影视,打造全新科普平台[C]//中国气象学会 2007 年年会加强气象科普能力建设,推动气象事业又好又快发展分会场论文集. 广州,2007
- [2] 杨宏毅,刘爱萍. 提高节目质量,拓展业务领域,整合服务资源[C]//中国气象学会 2005 年年会论文集. 苏州,2005.
- [3] 赵妙文,张中杰,王黎娟. 河北省气象影视现状分析及集约化模式[J]. 气象软科学,2010(3):88-91.
- [4] 李笑飞,常红丽,郭天才,等. 浅谈市县气象影视集约化发展思路[J]. 科技风,2008(20):141.
- [5] 张冉,吕燕. 对气象影视集约化发展的几点思考[J]. 山东气象,2009,29(1):51-52.
- [6] 邱戈力,白燕. 气象影视广告的经营现状与前景[J]. 农业与技术,2003,23(5):133-134.
- [4] 王瑞新. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1998.
- [5] 张槐苓,葛翠英,穆怀静,等. 烟草分析与检验[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [6] LEE J H, PARK J H, CHOI J S. The antioxidant activity of *Ecklonia stolonifera*[J]. *Archieve Pharmaceutical Research*,1996,19(3):223-227.
- [7] FU M R, HE Z P, YANG J, et al. Antioxidant properties and involved compounds of daylily flowers in relation to maturity[J]. *Food Chemistry*,2009,111(4):1192-1197.
- [8] 李云,钱春梅,陆旺金,等. 香蕉和大蕉果实不同温度下催熟后的色泽变化[J]. 园艺学报,2006,33(3):617-620.
- [9] 李尼杭,卢红,杨煊文. 烘烤过程多酚氧化酶抑制剂对烤烟多酚的影响[J]. 云南农业大学学报,2007,22(1):69-73.
- [10] 傅茂润,王晓,陈庆敏,等. 紫藤花提取物的抗氧化作用[J]. 食品与发酵工业,2009,35(12):82-85.
- [11] 李秋英,杨隆飞,王鹏,等. 不同装烟方式对烤烟能耗及综合性状的影响[J]. 安徽农业科技,2013,41(15):6867-6871.
- [12] 李章海,潘文杰,朱晓兰,等. 不同烘烤方式烘烤过程中烟叶表面腺毛分泌物变化的研究[J]. 中国烟草学报,2011,17(6):81-85.
- [13] 闫克玉. 烟草化学[M]. 郑州:郑州大学出版社,2002:159-160.
- [14] 肖苏尧,陈雪香,陈运娇,等. 桉叶抗氧化作用研究进展[J]. 食品工业科技,2012,33(14):396-398.
- [15] DECKER E A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? [J]. *Nutrition Reviews*,1997,55(11):396-407.
- [16] RICE - EVANS C A, MILLER N J, PAGANGA G. Antioxidant properties of phenolic compounds[J]. *Trends in Plant Science*,1997,2(4):152-159.
- [17] HOWARD L R, CLARK J R, BROWNMILLER C. Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,2003,83(12):1238-1247.
- [18] CHEN H Y, YEN G C. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves [J]. *Food Chemistry*,2007,101(2):686-694.
- [19] KUMARAN A, KARUNAKARAN J R. In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India[J]. *LWT - Food Science and Technology*,2007,40(2):344-352.
- [20] SILVA E M, SOUZA J N S, ROGEZ H, et al. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region[J]. *Food Chemistry*,2007,101(3):1012-1018.
- [21] CAI F Y, PENG J X. The effect on cell growth of tea polyphenols acting as a strong anti-peroxidant and an inhibitor of apoptosis in primary cultured rat skin cells [J]. *Biomedical and Environmental Sciences*,2000,13(3):170-179.