

密集烤房不同循环风机烘烤烟叶的色素降解及感官质量

马力¹, 段史江¹, 李沛², 宫长荣^{1*}

(1.河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002; 2.重庆市烟草公司 丰都分公司, 重庆 408200)

摘 要:采用三速和单速循环风机, 研究密集烤房不同循环风机对烤烟色素及感官质量的影响。结果表明:采用三速循环风机烤后烟叶的叶绿素 a、叶绿素 b 含量分别为 5.10、167.74 $\mu\text{g/g}$, 分别为单速循环风机的 72.11%和 93.30%; 叶黄素、 β -胡萝卜素、类胡萝卜素含量分别为 0.84、155.56、156.40 $\mu\text{g/g}$, 分别为单速循环风机的 86.40%、95.53%和 95.47%; 采用三速循环风机与单速循环风机的烤后烟叶中叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比差异显著, β -胡萝卜素和类胡萝卜素含量差异极显著, 叶黄素和类叶比差异不显著; 采用三速循环风机烤后烟叶的感官质量总体优于单速循环风机。

关 键 词:烤烟; 密集烤房; 循环风机; 色素含量; 感官质量

中图分类号: TS44⁺¹ 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)05-0479-05

Effects of different circulating ventilators during curing process on pigment degradation and smoking quality of flue-cured tobacco

MA Li¹, DUAN Shi-jiang¹, LI Pei², GONG Chang-rong^{1*}

(1. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Fengdu Tobacco Company of Chongqing, Chongqing 408200, China)

Abstract: The degradation of pigment and the change of smoking quality of flue-cured tobacco caused by the curing process were studied by using different circulating ventilators and the according curing-procedures. The results indicated that chlorophyll a and chlorophyll b contents in the three-speed circulating ventilator treatment were 5.10 $\mu\text{g/g}$ and 167.74 $\mu\text{g/g}$, which were 92.49% and 95.47% of that of the single-speed treatment while Lutein, β -carotene and carotenoid content were 0.84, 155.56 and 156.40 $\mu\text{g/g}$, which were 86.40%, 95.53% and 95.47% of that in the single-speed treatment. There were significant differences in Chlorophyll a, chlorophyll b and chlorophyll a/b contents in cured leaf between the two ventilator treatments. The difference was extremely significant in β -carotene and carotenoid. There was no obvious difference in lutein and Car/Chl. The smoking quality of the three-speed circulating ventilator treatment was better than the single-speed treatment.

Key words: flue-cured tobacco; bulk curing barn; circulating ventilator; pigment content; smoking quality

烟草色素是影响烟叶品质和可用性的重要化学成分, 其含量和性质不仅直接影响烟叶的外观质量, 而且还直接或间接地影响烟叶的内在品质^[1-3], 其降解程度和协调性直接关系到烤后烟叶的质量^[4-5]。烘

烤工艺是影响色素降解和烤后烟叶质量的重要因素。烘烤工艺对色素降解有明显影响, 低温慢烤的烟叶中巨豆三烯酮等色素降解物含量高于高温快烤^[6-7]。李艳梅等^[8]发现低湿变黄(相对湿度 70% ~

收稿日期: 2011-02-24

基金项目: 国家烟草专卖局科技攻关项目(110200401017); 烟草行业栽培重点实验室基金项目(TCKL06003)

作者简介: 马力(1986—), 男, 河南三门峡人, 硕士研究生, 主要从事烟草调制与加工研究, mali861204@163.com; * 通信作者, gongchr009@126.com

72%)条件下,烟叶色素降解较早,且降解速度快,峰值较高;高湿变黄(相对湿度92%~93%)条件下,烟叶色素降解较慢,峰值也较低。高玉珍等^[9]认为,低温中湿变黄烟叶类胡萝卜素降解多,香气物质含量高,烤后烟叶质量较优。Burton等^[10]认为,在固定的干燥速率条件下,高温调制可加速白肋烟中叶绿素a和叶绿素b的分解代谢速率,低温调制则可降低这些色素降解的速率。另有研究结果^[11]表明,烤后烟叶中类胡萝卜素含量以干叶中0.3~0.4 mg/g为宜,叶绿素含量在0.08 mg/g以下较好。目前,中国对于标准密集烤房风机配置已经有了明确的规定^[12],但由于各个烘烤阶段对烤房内部烟叶水分散失的要求不同,如何调控烘烤过程中各个阶段的风机转速,使其有利于密集烘烤条件下烟叶质量形成的原理尚不完善。刘闯等^[13]认为,在干球温度<42℃,风机转速为960 r/min;干球温度42~<54℃,风机转速为1450 r/min;干球温度54~68℃,风机转速为720 r/min,烤后烟叶中性致香物质含量较高。前人主要对2种循环风机的配套烘烤工艺进行了研究^[14-15],而对比密集烤房的2种循环风机对烟叶色素及烤后感官质量影响的研究鲜有报道。笔者比较密集烤房采用2种不同循环风机下烟叶色素的降解规律以及烤后烟叶感官质量,旨在为优化密集烘烤工艺、改善密集烤房烤后烟叶质量提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试烤烟与主要仪器和试剂

供试烤烟品种为云烟85,以中部烟叶(11~12位叶)为试验材料,烟叶成熟时采收。

密集烤房为气流下降式,烤房规格为2.70 m×8.00 m,装烟两路。主要仪器和试剂:Auto System XLGC配FID检测器和自动进样器(美国PE公司);Turbo Mass色质联用仪(美国PE公司);甲醇(Sigma公司);异丙醇(J. T. Baker公司);β-胡萝卜素植物色素标准物(Sigma公司);叶黄素植物色素标准物(日本WAKO公司)。

1.2 试验设计

试验于2010年在四川省会东县大山村进行。供试烤烟于5月5日移栽,种植行距120 cm,株距50 cm。田间管理按优质烤烟栽培生产技术规范进行。土壤类型为红壤,pH值为6.50,有机质含量2.47%,速效氮含量98.96 mg/kg,速效磷含量44.72 mg/kg,速效钾含量267.91 mg/kg。烤房装烟密度均为57.87 kg/m³。各处理烟叶均在同一天内完成采收、装炕及开烤。

试验设2个处理:三速变频循环风机烘烤(T1);单速循环风机烘烤(T2)。T1在开烤后2 h内风机转速为1440 r/min,变黄阶段风机转速为960 r/min;定色阶段在47℃以前风机转速保持在1440 r/min,随后风机转速稳定在960 r/min,直至54℃稳温结束;干筋阶段60℃以前风机转速为960 r/min,之后风机转速保持在720 r/min。T2风机转速在烘烤过程中始终按照1440 r/min进行烘烤。循环风机供电电压为220 V,普通单速循环风机功率为1.50 kW,三速变频循环风机额定功率为2.20 kW;不同风机额定转速均为1440 r/min。

分别于烘烤开始、38℃末、42℃末、47℃末、54℃末和烤后取烟叶,在烘箱中105℃杀青5 min,60℃烘干、粉碎,过0.25 mm孔径筛,用于色素含量测定,各处理重复3次;烤后取C3F(中桔三)烟叶用于感官质量的测定。

1.3 色素含量的测定

称取不同烘烤时期的烤烟杀青样品1 g,放入100 mL三角瓶,加入60 mL 90%丙酮(内含0.1%BHT)于摇床振荡萃取30 min,过滤,滤渣用10 mL 90%丙酮(内含0.1%BHT)洗涤2~3次,定容到100 mL,取其中6 mL到离心管,加入0.1 g醋酸铅,以10000 r/min的转速4℃离心5 min,用0.45 μm针头过滤器过滤。采用反相高效液相色谱法^[16]测定烟叶色素含量。整个测定过程在黑暗中进行。

1.4 感官质量评价

烤后烟叶经回潮适宜后,加工成0.80~1.20 mm宽的烟丝,卷制成单料烟,平衡水分后,由上海烟草(集团)公司技术中心专家进行评吸;香气量、香气质、刺激性、劲头、杂气、余味的满分均为9分,得分越高,烟叶质量越好。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 软件进行数据统计分析, 采用 SPSS17.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 密集烤房不同循环风机对烤烟色素含量的影响

2.1.1 不同处理烟叶的叶绿素 a、叶绿素 b 含量

由表 1 可知, 烤烟烘烤过程中叶绿素 a、叶绿素 b 含量随烘烤时间逐渐降低, 38 °C 末下降较快, 之

后代谢趋于平缓。T1 在 38 °C 末叶绿素 a、叶绿素 b 含量分别为 T2 的 82.04% 和 95.52%; T1 烤后烟叶的叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量分别为 T2 的 72.11% 和 93.30%。单因素方差分析表明, T1、T2 处理烟叶叶绿素 a、叶绿素 b 含量在鲜样中差异均不显著; T1 与 T2 处理间 38 °C 末和烤后叶绿素 a 含量差异显著, 在 42 °C 末和 47 °C 末差异极显著, 54 °C 末差异不显著; T1 与 T2 处理的叶绿素 b 含量在 42 °C 末、47 °C 末和烤后烟叶中差异显著, 在 38 °C 末差异极显著, 54 °C 末差异不显著。

表 1 不同处理烟叶的叶绿素 a、叶绿素 b 含量

Table 1 Changes of contents of chlorophyll during curing process

处理	叶绿素 a 含量					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	229.87±3.22	(64.11±1.28)*	(30.82±1.46)**	(9.49±0.35)**	8.56±0.17	(5.10±0.48)*
T2	229.72±3.77	78.15±3.44	41.92±0.72	17.50±0.95	11.00±1.50	7.08±0.17
处理	叶绿素 b 含量					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	440.30±1.21	(300.78±2.04)**	(233.97±1.71)*	(201.69±2.20)*	187.37±1.46	(167.74±1.13)*
T2	441.43±1.81	314.90±1.57	244.77±1.99	215.69±2.48	196.09±2.90	179.79±2.70

2.1.2 不同处理烟叶的类胡萝卜素及各组份含量

由表 2 可知, 烘烤过程中叶黄素、β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量随着烘烤的进行逐渐降低, 38 °C 末和 42 °C 末降解速度较快; T1 在 42 °C 末的叶黄素、β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量分别为 T2 的 77.51%、95.15% 和 94.72%, 烤后烟叶的叶黄素、β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量分别为 T2 的 86.40%、95.53% 和 95.47%。单因素方差分析表明, T1、T2

处理烟叶的叶黄素、β-胡萝卜素、类胡萝卜素含量在鲜样中差异均不显著; T1 与 T2 处理的叶黄素含量在 38 °C 末、47 °C 末和 54 °C 末差异显著, 在 42 °C 末差异极显著, 烤后烟叶差异不显著; T1 与 T2 处理的 β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量在 38 °C 末、42 °C 末和 47 °C 末差异显著, 烤后烟叶差异极显著, 54 °C 末差异不显著。

表 2 不同处理烟叶的叶黄素、β-胡萝卜素及类胡萝卜素含量

Table 2 Contents of lutein, β-carotene and carotenoid during curing process

处理	叶黄素					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	8.90±0.36	(5.18±0.12)*	(4.16±0.15)**	(3.77±0.17)*	(1.42±0.01)*	0.84±0.03
T2	9.07±0.18	6.20±0.24	5.37±0.15	4.60±0.22	1.21±0.08	0.98±0.07
处理	β-胡萝卜素					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	334.26±2.87	(235.05±1.76)*	(203.95±1.83)*	(182.81±2.56)*	163.19±2.45	(155.56±0.99)**
T2	330.86±4.34	248.20±2.86	214.35±2.06	195.95±2.60	170.89±2.67	162.84±0.65
处理	类胡萝卜素					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	343.16±3.22	(240.23±1.87)*	(208.11±1.95)*	(186.58±2.73)*	164.61±2.47	(156.40±1.02)**
T2	339.93±4.51	254.40±3.08	219.72±2.21	200.55±2.81	172.80±2.74	163.81±0.72

2.1.3 不同处理烟叶叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量比及类叶比

由表 3 可知, 叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比随着烘烤过程的进行逐渐降低; 类叶比随着烘烤过程的进行逐渐增大(54 °C 末除外)。T1 处理烤后烟叶的叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比和类叶比分别是 T2 的 77.20% 和 103.12%。单因素方差分析表明, T1、T2

处理的烟叶叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比、类叶比在鲜样中差异均不显著; T1、T2 处理的叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比在 38 °C 末和烤后差异显著, 在 42 °C 末和 47 °C 末差异极显著, 54 °C 末差异不显著; T1、T2 处理的类叶比在 38 °C 末、42 °C 末和 47 °C 末差异极显著, 54 °C 末和烤后烟叶差异不显著。

表 3 不同处理烟叶的叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比及类叶比

处理	叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量比					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	0.52±0.01	(0.21±0.00)*	(0.13±0.01)**	(0.05±0.00)**	0.05±0.00	(0.03±0.00)*
T2	0.52±0.01	0.25±0.01	0.17±0.00	0.08±0.00	0.06±0.01	0.04±0.00
处理	类叶比					
	鲜样	38 °C 末	42 °C 末	47 °C 末	54 °C 末	烤后
T1	0.51±0.00	(0.66±0.00)**	(0.79±0.00)**	(0.88±0.01)**	0.84±0.01	0.90±0.00
T2	0.51±0.00	0.65±0.00	0.77±0.00	0.86±0.00	0.83±0.00	0.88±0.01

2.2 密集烤房不同循环风机烘烤烟叶的感官质量

由表 4 可知, T1 烤后烟叶的总分较高, 感官质量较好, 香气量、杂气和刺激性得分均高于 T2, 香气质的得分与 T2 一致, 余味得分则以 T2 较高。T1、T2 的劲头得分均为 5.5 分。

表 4 不同处理烟叶的感官质量得分

Table 4 Effects of different circulating ventilators on smoking quality

处理	感官质量得分					
	香气质	香气量	杂气	刺激性	余味	总分
T1	5.50	5.50	5.50	5.50	5.00	27.00
T2	5.50	5.00	4.50	5.00	5.50	25.50

3 结论与讨论

本研究结果表明, 密集烤房采用三速变频循环风机烤后烟叶的叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素、β-胡萝卜素、类胡萝卜素含量分别是单速循环风机的 72.11%、93.30%、86.40%、95.53%、95.47%, 叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量比、类叶比分别是单速循环风机的 77.20%、103.12%; 采用三速变频循环风机和单速循环风机烤后烟叶中叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素 a 与叶绿素 b 含量比差异显著, β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量差异极显著, 叶黄素含量和类叶比差异不显著; 三速变频循环风机烤后烟叶的

感官质量总体优于单速循环风机, 尤其是香气量明显优于单速循环风机。

变黄阶段末期(42 °C 末), 采用三速变频循环风机烤后的叶绿素 a 和叶黄素含量极显著低于单速循环风机, 叶绿素 b、β-胡萝卜素和类胡萝卜素含量显著低于单速循环风机, 这是由于三速变频循环风机降低了变黄阶段的风机转速, 有利于保持烟叶内的水分, 提高烟叶内部酶活性, 促进色素的降解; 三速变频循环风机延长烘烤时间有利于保持酶活性, 促进色素的降解, 这与孟智勇等^[17]的研究结果一致。

定色阶段末期(54 °C 末), 三速变频循环风机处理下各色素含量都低于单速循环风机, 但差异不显著, 这是由于三速变频循环风机慢速升温烘烤, 能很好地调控各种酶活性的变化, 使细胞氧化还原反应达到一种动态平衡^[18], 类胡萝卜素各组分降解量相对较大; 三速变频循环风机延长烘烤时间, 能够使主脉叶绿素充分的降解^[19], 并且能够增加类胡萝卜素类香气物质的含量^[20]。

参考文献:

- [1] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 84-85.

- [2] 陈荣平, 杨铁钊. 我国烟草品种工作的分析与思考[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(6): 47-50.
- [3] 韦凤杰, 刘国顺, 杨永锋, 等. 烤烟成熟过程中类胡萝卜素类色素及其与色素降解香气物质关系[J]. 中国农业科学, 2005, 38(9): 1882-1889.
- [4] 周冀衡, 王勇, 邵岩, 等. 产烟国部分烟区烤烟质体色素及主要挥发性香气物质含量的比较[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(2): 128-132.
- [5] Kaneko H, Harada M. 4-Hydroxy- β -damascone and 4-Hydroxy-dihydro- β -damascone from Cigar tobacco[J]. Agricultural Biology Chemistry, 1972, 36(1): 168-171.
- [6] 宫长荣, 赵铭钦, 汪耀富, 等. 不同烘烤条件下烟叶色素降解规律的研究[J]. 烟草科技, 1997(2): 33-34.
- [7] 宫长荣, 汪耀富, 赵铭钦, 等. 烘烤过程中烟叶香气成分变化的研究[J]. 烟草科技, 1995(5): 31-33.
- [8] 李艳梅, 宫长荣, 陈江华, 等. 烟叶在烘烤过程中脂氧合酶、脱落酸与色素降解的关系[J]. 中国烟草学报, 2001, 9(3): 46-48.
- [9] 高玉珍, 王卫峰, 张骏, 等. 密集烘烤不同变黄温湿条件对烟叶中性致香物质的影响[J]. 云南农业大学学报, 2008, 23(2): 215-219.
- [10] Burton H R, L P Bush, Hamilton J L. Effect of curing on the chemical composition of burley tobacco[J]. Recent Advance of Tobacco Science, 1983(9): 91-153.
- [11] 李雪震, 张希杰, 李念胜, 等. 烤烟烟叶色素与烟叶品质的关系[J]. 中国烟草, 1988(2): 23-27.
- [12] GB/T3235—1999 通风机基本型式尺寸参数及性能曲线[S].
- [13] 刘 闯, 陈振国, 赵华武, 等. 密集烘烤中风机转速变化对烟叶中性致香物质的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(6): 640-643.
- [14] 王胜雷, 许锡祥, 陈顺辉, 等. 风机配置对热风循环烤房性能和烟叶烘烤质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2006, 27(4): 6-8, 12.
- [15] 刘闯, 王学龙, 豆显武, 等. 变频调速技术在烟叶密集烘烤中的应用研究初报[J]. 浙江农业科学, 2010(3): 563-566.
- [16] 刘国顺, 韦凤杰, 王芳, 等. 反相高效液相色谱测定烤烟叶片发育过程中的类胡萝卜素类物质[J]. 色谱, 2006, 24(2): 161-163.
- [17] 孟智勇, 张保占, 马浩波, 等. 密集烘烤转火时间对烤烟中性致香物质和评吸质量的影响[J]. 河南农业科学, 2010(9): 31-34.
- [18] 宋朝鹏, 高 远, 武圣江, 等. 密集烘烤定色期烟叶类胡萝卜素降解及相关酶活性变化[J]. 中国农业科学, 2009, 42(8): 2875-2881.
- [19] 王爱华, 杨 斌, 管志坤, 等. 烤烟烘烤与烟叶香吃味关系研究进展[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(4): 92-97.
- [20] 宋晓华, 刘国顺, 付劭怡, 等. 烘烤过程中拉长变黄和定色时间对烤烟中性致香成分含量的影响[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(2): 249-252.

责任编辑: 杨盛强