

密集烘烤定色升温方式对烤烟质量及 中性致香物质含量的影响

孟智勇¹, 马浩波¹, 李彦平¹, 高相彬^{1*}, 朱景伟¹,
胡占军², 曹晓涛³, 王红军¹, 朱均田⁴

(1. 河南省农业科学院 烟草研究中心, 河南 许昌 461000; 2. 红云红河烟草集团, 云南 昆明 650202;
3. 许昌市烟草公司, 河南 许昌 461000; 4. 平顶山市烟草公司, 河南 平顶山 467000)

摘要: 为确定烤烟烘烤定色阶段最优的升温方式, 优化河南烟区密集烘烤工艺、提高烤烟质量, 以中烟 100 为材料, 在烘烤定色阶段设置慢加速升温 and 分段升温 2 种升温方式, 研究了不同升温方式对烟叶经济性状和耗能成本、外观质量、主要化学成分含量、感官评吸质量以及中性挥发性香气成分含量的影响。结果表明, 与分段升温相比, 定色阶段采用慢加速升温的经济效益较好, 煤耗降低, 上等烟比例增加, 均价提高 0.15 元/kg, 产值增加 318 元/hm²; 烤后烟叶油分、色度、挂灰杂色等外观品质指标得到改善; 中部烟和上部烟总糖、还原糖含量分别增加 0.82、0.33 个百分点和 0.66、0.22 个百分点, 烟碱、淀粉含量分别降低 0.11、0.09 个百分点和 0.54、1.03 个百分点, 化学成分趋于协调; 感官评吸整体得分高, 香气量增加、刺激性减轻; 中部烟叶新植二烯含量、挥发性物质总量分别增加 8.20%、5.68%, 同时中、上部叶新植二烯占挥发性物质总量的比例和茄酮含量均增加。而定色阶段采用分段升温, 上部烟叶新植二烯含量和挥发性物质总量较高, 且烤后烟叶类胡萝卜素降解产物、芳香族氨基酸类降解产物、美拉德反应产物总量较高。综合分析认为, 密集烘烤定色阶段采用慢加速升温方式, 即升温速度先慢后快, 干球温度分 38~40℃、42~46℃、46~50℃、50~54℃ 等 4 个阶段, 正常烟叶升温速度依次为每 4、3、2、1 h 升温 1℃, 对烟叶进行烘烤, 经济效益和烤后烟叶质量较好, 值得在河南烟叶密集烘烤中推广应用。

关键词: 密集烘烤; 定色升温方式; 烟叶质量; 致香物质

中图分类号: S572 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)08-0057-05

Effect of Rising Temperature Mode in Flue-curing Color Fixing Stage on Tobacco Quality and Neutral Aroma Constituent Content

MENG Zhi-yong¹, MA Hao-bo¹, LI Yan-ping¹, GAO Xiang-bin^{1*}, ZHU Jing-wei¹,
HU Zhan-jun², CAO Xiao-tao³, WANG Hong-jun¹, ZHU Jun-tian⁴

(1. Research Centre of Tobacco, Henan Academy of Agricultural Sciences, Xuchang 461000, China;
2. Red Cloud Red River Tobacco Group, Kunming 650202, China; 3. Xuchang Tobacco Company,
Xuchang 461000, China; 4. Pingdingshan Tobacco Company, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: In order to confirm the optimal rising temperature mode in flue-curing color fixing stage, and further to optimize the bulk curing process and improve the quality of flue-cured tobacco, two different rising temperature modes (treatment I: 1℃ every 4 hours during in 38–42℃

收稿日期: 2012-03-05

基金项目: 河南省烟草专卖局科技项目 (HYKJ200608); 红云红河烟草集团科技项目 (HYHH2010YL01)

作者简介: 孟智勇 (1974-), 男, 河南鄆城人, 副研究员, 本科, 主要从事烟草调制研究工作。E-mail: meng4363309@126.com

* 通讯作者: 高相彬 (1982-), 男, 山东新泰人, 助理研究员, 博士, 主要从事烟草调制研究工作。E-mail: xbgao1982@163.com

period, 1 °C every 3 hours during 42—46 °C period, 1 °C every 2 hours during 46—50 °C period, 1 °C every hour during 50—54 °C period; treatment II : 1 °C every (1—3) hours during 38—42 °C, 42—46 °C, 46—50 °C and 50—54 °C period) in color fixing stage were set to study their effect on economic benefits, appearance quality, main content of chemical composition, smoking quality and content of neutral volatile aromatic constituents of flue-cured tobacco Zhongyan 100. The results showed that, compared with treatment II, economic benefits in treatment I were better. Meanwhile, its coal consumption decreased, high class leaf proportion increased, and average price and production value raised 0.15 yuan/kg and 318 yuan/ha, respectively. Moreover, oil composition, color and variegation of flue-cured leaf were optimized. In the middle and upper tobacco leaf, total sugar and reducing sugar increased 0.82, 0.33 percent points and 0.66, 0.22 percent points, while nicotine and starch decreased 0.11, 0.09 percent points and 0.54, 1.03 percent points, respectively, comprehensively indicating a more coordinate chemical composition. Besides offensive smell was reduced, total score of smoking quality was increased and quantity of aroma was improved. The content of neophytadiene and volatile matter enhanced 8.20% and 5.68% respectively in the middle leaf, and in the meanwhile, the ratio of neophytadiene to volatile matter and content of analytes were improved in the middle and upper leaf. However, the contents of neophytadiene, volatile matter, dissolutions of carotene and aromatic amino acid, and products of Maillard reaction were higher in flue-cured tobacco leaf of treatment II. Above all, economic efficiency and leaf quality were improved by rising temperature mode of treatment I, which was worth to spread in bulk curing in Henan province.

Key words: bulk curing; rising temperature method in color fixing stage; tobacco quality; aroma constituent

河南是我国烟草种植大省,在我国烟叶生产中占有重要地位。烘烤是决定烤烟质量和可用性的最终关键环节。近年来,随着密集烤房在我国的大面积推广和应用,河南烟区整体烘烤质量有了较大提高,烟叶烤后挂灰、糟片等杂色烟比例大幅减少,但仍存在油分偏低、香气不足等质量缺陷。烘烤定色阶段温湿度控制不当、升温速度或方式不妥以及烘烤保持时间过短等,往往造成烟叶内部化学成分尤其是大分子不能彻底转化、香气物质生成和聚合较少,致使烟叶烘烤质量变差。有关研究表明,密集烘烤过程中,干球温度 38~54 °C 阶段是决定烟叶质量形成的关键时期,对烟叶外观和内在质量,尤其是对香气物质含量有较大影响^[1]。以往研究多集中在定色阶段温湿度控制方面^[2-8],对定色阶段不同升温方式的研究相对较少,不利于认识造成烟叶质量不高的原因和探索适宜的烘烤调控温度技术。因此,针对河南烟区现状,结合烘烤实际情况,探讨了定色阶段不同升温方式对烟叶外观质量、化学成分含量、评吸质量和致香物质含量的影响,以确定最优的定色阶段升温方式,为河南烟区实行科学的密集烘烤操作提供理论依据和技术参考。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验分别于 2008—2009 年在平顶山汝州市、宝

丰县进行,2009—2010 在许昌市襄城县进行。供试品种为中烟 100,试验田土壤肥力中等,土壤基本指标相同,田间管理按标准化栽培管理进行,以中、上部烟叶作为烘烤材料,于成熟时统一采烟、编烟,统一装烟密度,同时点火,采用科地 KH-3 气流下降式密集烤房进行烘烤。采用半叶法进行烘烤试验,样竿装在烤房相同位置随炕烘烤。除定色升温方式外,其余烘烤工艺条件相同在定色阶段(干球温度 38~54 °C)设 2 个不同升温方式处理,即慢加速升温(I):升温速度先慢后快,干球温度分 38~42 °C、42~46 °C、46~50 °C、50~54 °C 等 4 个阶段,正常烟叶升温速度依次为 4、3、2、1 h 升温 1 °C;分段升温(II):干球温度从 38 °C 开始转火,在 38~42 °C、42~46 °C、46~50 °C、50~54 °C 等 4 个阶段的升温速度均为 1~3 h 升温 1 °C,分别在 42 °C 延长时间使上棚烟叶等下棚烟叶、46 °C 延长时间使黄烟等青烟、50 °C 延长时间使黄片等青筋、54 °C 延长时间使干片等湿片。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 烤后烟叶耗能、经济性状分析 烤后烟叶分别存放、分级、称质量,计算不同处理单位质量烟叶的耗电量、耗煤量、上等烟比例、均价和产值。

1.2.2 烟叶外观质量鉴定 各处理半叶法样品的初烤烟叶出炕后回潮、平衡水分,由分级技师组成外观质量评价小组,按照 GB 2635-1992 标准评价其成

熟度、油分、颜色、身份、结构、色度、含青度、挂灰和杂色等外观质量指标,并分别闻其嗅香。

1.2.3 主要化学成分分析 选取各处理半叶法样品进行室内化学成分分析,糖类含量测定采用 Cu 还原-KMnO₄ 滴定法,淀粉含量测定采用 HCl 水解-KMnO₄ 滴定法,烟碱含量测定采用硅钨酸重量法,总氮含量测定采用 HClO₄-H₂SO₄ 消化蒸馏法,蛋白质含量测定采用分离-沉淀-消化法。

1.2.4 烤后烟叶感官评定 把各处理烘烤后烟叶经过恒温恒湿回潮、切丝、卷制,制成(900±15)mg/支、长度为85mm/支的单料烟支。经平衡箱平衡水分后,由河南省农业科学院烟草研究中心评吸委员会对试验烟样的感官质量进行评价。

1.2.5 中性挥发性香气成分的测定 称取10.0g粉碎烟叶样品,用水蒸气同步蒸馏装置提取烟叶中的香气成分,将提取液用二氯甲烷进行萃取浓缩后,取浓缩样2.0μL进样分析。分析仪器为 Auto system XL GC 配 FID 检测器、自动进样器(美国 PE 公司生产)和 Turbo Mass 色质联用仪(美国 PE 公司生产)。气相色谱条件:色谱柱型号 DB-5,30 m×0.25 mm×0.25 μm;初温 40℃,恒温 2 min 后以 4℃/min 升至 250℃,保持 10 min;进样口温度 250℃,FID 250℃;分流比为 30:1;载气 H₂,压力为 10 kPa;进样量 2.0 μL。GC-MS 条件:色谱柱型号 DB-5,30 m×0.25 mm×0.25 μm;载气 He,柱头压 10 kPa,溶剂延迟 3.5 min;传输线温度 250℃,离子源温度 170℃;EI 能量 70 eV,扫描范围为 35~350 aum,其他色谱条件同气相色谱。

1.3 数据处理与分析

2008—2009 年在平顶山汝州市、宝丰县的数据趋势与 2009—2010 年在许昌市襄城县完全相同,本试验仅采用 2009—2010 年许昌市襄城县的试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对烟叶经济性状及耗能成本的影响

由表 1 可以看出,与分段升温处理(Ⅱ)相比,定色阶段慢加速升温处理(Ⅰ)每生产 1 kg 烤后烟叶耗电量增加 0.02 kW·h,但耗煤量降低 0.05 kg;同时,上等烟比例提高 1.0 个百分点,均价提高 0.15 元/kg,最终产值提高 318.00 元/hm²。

表 1 不同处理烤后烟叶经济性状及耗能成本分析

处理	耗电量/(kW·h/kg)	耗煤量/(kg/kg)	上等烟比例/%	均价/(元/kg)	产值/(元/hm ²)
I	0.33	1.25	49.5	14.50	38 606.25
Ⅱ	0.31	1.30	48.5	14.35	38 288.25

2.2 不同处理对烟叶外观质量的影响

烟叶外观质量与烟叶品质紧密相关。由表 2 可以看出,定色阶段不同升温方式主要对烤后烟叶油分、色度、挂灰杂色等外观质量造成一定影响,对烤后烟叶成熟度、颜色、身份、结构、含青、嗅香等指标影响不大。中部叶处理 I 在色度、挂灰杂色等指标好于处理 II;上部叶处理 I 在油分、色度均优于处理 II。由此表明,定色升温方式对不同部位叶片烘烤质量具有一定的影响,且处理 I 的烟叶外观质量优于处理 II。

表 2 不同处理烤后烟叶外观质量

部位	处理	成熟度	油分	颜色	身份	结构	色度	含青	挂灰和杂色	嗅香
中部叶	I	成熟	多	橘黄	中等	疏松	浓	无	无	有
	Ⅱ	成熟	多	橘黄	中等	疏松	强	无	微有	有
上部叶	I	成熟	多 ⁺	橘黄	稍厚	稍密	浓	无	无	有
	Ⅱ	成熟	多	橘黄	稍厚	稍密	强	无	无	有

2.3 不同处理对烟叶主要化学成分含量的影响

烤后烟叶主要化学成分含量受定色阶段不同升温处理方式的影响明显。由表 3 可知,中部叶处理 I 中总糖、还原糖含量较处理 II 分别提高为 0.82、0.66 个百分点,总氮、蛋白质、烟碱、淀粉含量较处理 II 分别降低 0.18、1.01、0.11、0.54 个百分点,且

糖碱比、氮碱比较适宜;上部烟叶处理 I 中总糖、还原糖、总氮、蛋白质含量比处理 II 分别高 0.33、0.22、0.10、0.73 个百分点,烟碱含量、淀粉含量分别比处理 II 低 0.09、1.06 个百分点,糖碱比、氮碱比较适宜。综合上述分析认为,处理 I 优化了烟叶主要化学成分的含量,化学成分相对协调。

表 3 不同处理烟叶烤后样品主要化学成分

部位	处理	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	蛋白质/%	烟碱/%	淀粉/%	糖碱比	氮碱比	还原糖/总糖
中部叶	I	21.01	19.79	1.89	9.29	2.33	4.31	8.80	0.81	0.94
	Ⅱ	20.19	19.13	2.07	10.30	2.44	4.85	8.10	0.85	0.95
上部叶	I	14.90	14.05	2.19	10.86	2.62	2.63	5.51	0.84	0.95
	Ⅱ	14.57	13.83	2.09	10.13	2.71	3.69	5.27	0.78	0.95

2.4 不同处理对烟叶评吸感官质量的影响

由不同处理的单料烟感官质量鉴定结果(表 4)可知,处理 I 与处理 II 的香气质、浓度、杂气、劲

头、余味等指标得分相同,但慢加速升温(I)香气量、刺激性得分较高,评吸总体得分处理 I 也高于处理 II。

表 4 不同处理烟叶感官质量

处理	香气质	香气量	浓度	杂气	劲头	刺激性	余味	燃烧性	灰色	总分
I	7.2	7.4	7.5	7.0	7.2	7.0	6.9	6.5	6.5	63.2
II	7.2	7.3	7.5	7.0	7.2	6.8	6.9	6.5	6.5	62.9

注:各单项指标满分为 9 分,总分满分为 81 分。

2.5 不同处理对烟叶中性挥发性香气成分含量的影响

2.5.1 新植二烯含量 新植二烯是烟草中叶绿素的降解产物之一,是烟叶中性挥发性香气物质中含量最高的成分,能增加烤烟的吃味和香气,同时又可通过降解转化形成其他致香物质。由表 5 可知,中部叶处理 I 的新植二烯含量、挥发性物质总量分别比处理 II 高 8.20%、5.68%,且新植二烯占挥发性物质总量的比例也高于处理 II;上部叶处理 I 新植二烯含量和挥发性物质总量均略低于处理 II,但新植二烯占挥发性物质总量的比例高于处理 II。

表 5 不同处理烤后烟叶挥发性物质总量和新植二烯含量

部位	挥发性香气物质	处理	
		I	II
中部叶	新植二烯含量/($\mu\text{g/g}$)	760.46	702.83
	挥发性物质总量/($\mu\text{g/g}$)	888.42	840.70
	新植二烯占挥发性物质总量的比例/%	85.60	83.60
上部叶	新植二烯含量/($\mu\text{g/g}$)	565.87	566.09
	挥发性物质总量/($\mu\text{g/g}$)	676.36	699.53
	新植二烯占挥发性物质总量的比例/%	83.66	80.92

2.5.2 类胡萝卜素降解产生的香气物质含量 类胡萝卜素是烟草中的四萜烯类化合物,烟草中许多重要的中性香气成分都是类胡萝卜素降解产物,对烟叶香味品质的形成起重要作用。类胡萝卜素类香气物质相对分子质量较小、分子极性较大、阈值较低、挥发性较强,是影响烟叶香气质和香气量的重要组分^[9]。由表 6 可知,中部叶和上部叶类胡萝卜素降解产物总量和占挥发性物质总量比例均以处理 I 低于处理 II;其中,中部叶、上部叶处理 I 的类胡萝卜素降解产物总量分别较处理 II 减少 6.44%、11.67%。

2.5.3 非质体色素降解产生的香气物质含量 除叶绿素和类胡萝卜素降解产物外,还有许多其他挥发性香气物质对烟叶香气特征具有一定的影响,如芳香族氨基酸类降解产物、美拉德反应产物和西柏烷类降解产物等^[10]。由表 7 知,中部叶和上部叶的芳香族氨基酸类降解产物总量、美拉德反应产物均

表现为处理 I 低于处理 II;而中部叶和上部叶处理 I 的西柏烷类降解产物(茄酮)较处理 II 分别高 1.59%和 6.77%。

表 6 不同处理烤后烟叶类胡萝卜素降解形成的香气物质含量

挥发性香气物质	中部叶		上部叶	
	I	II	I	II
巨豆三烯酮 1/($\mu\text{g/g}$)	1.92	1.98	1.78	1.54
巨豆三烯酮 2/($\mu\text{g/g}$)	7.66	10.03	7.16	9.11
巨豆三烯酮 3/($\mu\text{g/g}$)	0.84	0.32	0.81	1.34
巨豆三烯酮 4/($\mu\text{g/g}$)	6.48	7.86	6.37	7.85
β -大马酮/($\mu\text{g/g}$)	23.99	22.88	20.08	21.17
3-羟基-b-二氢大马酮/($\mu\text{g/g}$)	tr	tr	0.22	tr
6-甲基-5-庚烯-2-酮/($\mu\text{g/g}$)	1.06	0.94	0.85	0.90
香叶基丙酮/($\mu\text{g/g}$)	2.20	2.94	2.29	2.66
二氢猕猴桃内酯/($\mu\text{g/g}$)	2.13	1.85	1.47	1.77
法尼基丙酮/($\mu\text{g/g}$)	7.15	8.31	6.27	7.22
合计/($\mu\text{g/g}$)	53.43	57.11	47.31	53.56
类胡萝卜素降解产物所占挥发性物质总量的比例/%	6.01	6.79	5.94	6.49

注:tr 表示该物质以痕量存在,下同。

表 7 不同处理烤后烟叶非质体色素降解产生的香气物质含量

挥发性香气物质		中部叶		上部叶		
		I	II	I	II	
芳香族氨基酸	苯甲醇	6.09	5.41	5.65	11.09	
	代谢产物	1.85	1.82	1.89	4.02	
	苯甲醛	1.71	2.35	1.54	1.76	
	苯乙醛	7.74	12.47	7.42	8.01	
	合计	17.39	22.05	16.49	24.89	
美拉德反应产物	糠醛	12.62	14.85	11.17	17.50	
	糠醇	2.60	2.35	1.33	2.76	
	2-乙酰呋喃	0.38	1.33	0.32	0.42	
	3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	0.74	0.62	tr	1.10	
	2-乙酰吡咯	0.44	0.56	tr	0.46	
	5-甲基糠醛	0.34	0.58	0.46	0.69	
	合计	17.12	20.29	13.28	22.93	
	西柏烷类降解产物	茄酮	37.01	36.43	31.09	29.12

3 结论与讨论

定色阶段是决定烟叶质量的关键时期^[11],其间发生复杂的生理生化反应,是香气前提物质发生聚集、形成大量香气物质的重要时期,在这一阶段既要及时固定已经变黄的色泽和优良品质性状,促进未完全变黄的叶片继续变黄,又要防止多酚氧化酶的氧化作用导致烟叶变褐。定色阶段也是烘烤过程中最要紧和最难掌握的阶段^[12],在此阶段烘烤操作稍有不当,可能就对烟叶质量造成较坏的影响。影响烟叶烘烤质量的主要因素有温度、相对湿度、叶片含水量以及各种酶活性等,定色过程的实质是在烟叶不断变化的同时不断排出水分。控制叶片变黄定色速度和干燥速度相一致,才能把烟叶烤好。若定色升温速度过快则加快细胞死亡,导致酶促棕色化提前发生把烟叶烤褐,香气物质含量下降,烟叶质量严重下降。若升温速度过慢,必将大量消耗烟叶内含物质,降低烟叶品质。因此,只有在定色阶段采取适宜的升温方式,才能把烟叶烤熟、烤香,烤出具有河南浓香型质量特色的烟叶。

研究结果表明,定色阶段不同升温方式(慢加速升温、分段升温)对烤后烟叶经济形状、外观质量、主要化学成分、感官质量和中性香气物质均产生一定影响。与分段升温处理(Ⅱ)相比,定色阶段慢加速升温处理(Ⅰ)煤耗降低,上等烟比例增加,均价提高0.15元/kg,产值提高318元/hm²。慢加速升温处理可有效改善烤后烟叶油分、色度、挂灰杂色等外观品质指标;提高烤后烟叶中总糖、还原糖含量,降低烟碱、淀粉含量,糖碱比、氮碱比较适宜,化学成分相对协调;提高中部烟叶新植二烯含量、挥发性物质总量和中、上部烟叶新植二烯占挥发性物质总量的比例,增加西柏烷类降解产物茄酮含量。分段升温处理的上部烟叶新植二烯含量和挥发性物质总量较高,且烤后烟叶类胡萝卜素降解产物、芳香族氨基酸类降解产物、美拉德反应产物总量较高。

综合分析认为,在本试验条件下,密集烘烤定色阶段采用慢加速升温方式(升温速度先慢后快,干球温度分38~40℃、42~46℃、46~50℃、50~54℃的4个阶段,正常烟叶升温速度依次为4、3、2、1h

升温1℃),有助于减少烟叶杂色和挂灰现象,提高烟叶油分,改善烟叶外观质量,增加经济效益,增加烟叶总糖、还原糖含量,降低烟碱、淀粉含量,协调化学成分,增加评吸香气量、减轻刺激性,提高新植二烯、西柏烷类香气物质含量和香气物质总量。建议在河南烟叶密集烘烤中推广应用,以稳定和保持河南浓香型质量特色,促进烟区烤烟产业可持续发展。

参考文献:

- [1] 苏德成,王元英,王树声,等.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2005:526-527.
- [2] 宫长荣,孙福山,刘奕平,等.烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J].中国烟草科学,1999(2):8-9.
- [3] 宫长荣,赵铭钦,汪耀富.上部烟叶烘烤工艺研究[J].河南农业科学,1997(8):11-13.
- [4] 宫长荣,刘霞,王卫峰.密集烘烤温湿度条件对烟叶生理生化特性和品质的影响[J].西北农林科技大学:自然科学版,2007,35(6):77-83.
- [5] 施鸣,艾复清.变黄阶段温湿度对烟叶焦油含量的影响[J].现代农业科技,2010(9):48-49.
- [6] 董志坚,陈江华,宫长荣.烟叶烘烤过程中不同变黄和定色温度下主要化学组成变化的研究[J].中国烟草科学,2000(3):21-24.
- [7] 宫长荣,汪耀富,赵铭钦,等.烟叶烘烤中变黄和定色条件对香气特征的影响[J].华北农学报,1996,11(3):106-111.
- [8] 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.
- [9] 周翼衡,杨虹琦,林桂华,等.不同烤烟产区烟叶主要挥发性香气物质的研究[J].湖南农业大学学报,2004,30(1):20-23.
- [10] 许自成,黄平俊,苏富强,等.不同采收方式对烤烟上部叶内在品质的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(11):13-17.
- [11] 张保占,孟智勇,马浩波,等.密集烘烤定色阶段不同湿球温度对烤后烟叶品质的影响[J].河南农业科学,2012,41(1):56-61.
- [12] 宫长荣,陈江华,吴洪田,等.密集烤房[M].北京:科学出版社,2010:272-275.