

密集烘烤过程中烤烟上部叶质地和色度变化研究

武圣江¹,周义和²,宋朝鹏¹,贺帆¹,景延秋¹,符云鹏¹,官长荣¹

1 河南农业大学烟草学院,郑州文化路95号 450002;

2 中国烟叶公司,北京市宣武区广安门外大街9号 100055

摘要: 研究上部烟叶叶片、主脉在密集烘烤中质地和色度随干湿球温度变化的规律,为烘烤工艺的优化和完善提供理论依据。分别应用质构仪质地分析试验法和色差计研究了烘烤中烟叶硬度、回复性、粘聚性、咀嚼性4个质地参数和 L^* 、 a^* 、 b^* 三个色度参数及水分的变化情况。结果表明:烘烤中烟叶叶片质地和色度各参数在变黄期38℃前后发生了明显的变化;主脉各参数主要在42℃之后,尤其是48℃~54℃。烘烤中烟叶TPA(texture profile analysis)测试评价参数硬度、回复性、咀嚼性曲线图的动态变化更为直观。烘烤中烟叶色度各参数差异性均极显著($P < 0.01$),且 a^* 值差异显著性好于 b^* 值;叶片色度的差异显著性比主脉的更直观。相关分析表明,烘烤中烟叶叶片TPA测试参数硬度、粘聚性、咀嚼性的相关性较好(0.952~0.992),是评价烟叶质地变化的可靠性指标;粘聚性和回复性可以灵敏地反映烟叶主脉的质地变化。相对于主脉,叶片色度的各参数的相关性更好(0.852~0.962),呈显著或极显著正相关。色度各参数的相关分析表明, L^* 与 a^* 的相关性明显好于 L^* 与 b^* 的相关性。

关键词: 烘烤;烤烟;上部叶;质地;色度

doi: 10.3969/j.issn.1004-5708.2010.05.014

中图分类号: S572.01, TS441

文献标识码: A

文章编号: 1004-5708(2010)05-0071-06

Study on texture and color change in upper leaves during bulk flue-curing

WU Sheng-jiang¹, ZHOU Yi-he², SONG Zhao-peng¹, HE Fan¹, JING Yan-qi¹, FU Yun-peng¹, GONG Chang-rong¹

1 College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2 China National Leaf Tobacco Corporation, Beijing 100055, China

Abstract: Change of texture and color in upper tobacco leaves (not including midrib) and its midrib following dry and wet bulb temperature during bulk-curing were studied in order to provide theoretical basis for optimization and perfection of curing technology. Four texture parameters including hardness, resilience, cohesiveness and chewiness, three color parameters including L^* , a^* , b^* with moisture of tobacco leaves during bulk-curing were studied by texture and color profile analysis with Stable Micro System texture analyzer and colorimeter, respectively. Results showed that texture and color parameters of tobacco leaves changed greatly around 38℃ in yellowing stage during bulk-curing process. Texture and color parameters of midrib of tobacco leaves changed greatly after 42℃, especially at 48~54℃. The dynamic changes of texture parameters curve including hardness, resilience and chewiness of tobacco leaves were intuitive in texture profile analysis test during bulk-curing. Differences of all color parameters of tobacco leaves were highly significant ($P < 0.01$) during bulk-curing and the difference of a^* was more significant than b^* . At the same time difference of color in tobacco leaves (not including midrib) were more visible than midrib'. Correlation analysis showed that correlation of texture parameters of tobacco leaves including hardness, resilience, and chewiness was better (0.952~0.992) and were reliable index on evaluation of texture profile analysis. Texture of midrib of tobacco leaves was sensitively reflected by cohesiveness and resilience. Compared with midrib, correlation of color parameters of tobacco leaves was better (0.852~0.962) and positively significant or highly significant. Correlation be-

作者简介: 武圣江,男,在读研究生,主要研究烟草调制,E-mail: wushengjiang1210@163.com

官长荣(通讯作者),男,教授,博士生导师,主要从事烟草调制与加工研究,Email: gongchr009@126.com

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(3300806156);河南省教育厅自然科学研究资助项目(2010B210013)

收稿日期: 2009-12-14

tween L^* and a^* was better than L^* with b^* from correlation analysis of color parameters.

Key words: flue-curing; flue-cured tobacco; upper leaf; texture; color

质地是物品本身所具有的硬度、粘性、回复性等物性特征,与物品的组织结构、形态结构和内在成分密切相关^[1-2]。烟叶的质地特征是烟叶质量的重要构成要素。烘烤中烟叶颜色、色度变化是进行烘烤操作的重要依据,也是评价烟叶外观质量及等级结构的重要指标,与烟叶的品质密切相关^[3]。过去,我国在提高上部叶可用性方面进行了较多的研究^[4-5],但目前我国卷烟生产中中部叶仍是利用率最高的部位,并且与国外上部叶在整个烟叶产量和品质利用率高达40%相比,差距甚远^[6]。从当前生产情况看,由于上部叶成熟不够、烘烤工艺不完善等因素而导致烘烤中烟叶挂灰、烤青,烤后烟叶等级质量不高、光滑、组织结构紧密、颜色偏淡等依然是亟待解决的主要问题之一^[4,7]。

质构仪(Texture Analyzer)是对试样进行两次压缩的机械过程,而色差计是一种常见的光电积分式测色仪器。目前烟叶生产中多是依靠眼观、手感,存在过多的主观性和随意性,缺少量化指标。质构仪质地分析检测能够根据物品的物性特点做出数据化的准确表述,是精确的感官量化测量仪器;色差计利用仪器内部的标准光源照明被测物体,在整个可见光波长范围内进行一次积分测量,通过测定出 CIM 三刺激值(X , Y , Z),然后转换成易于表示成颜色的数值;其结果具有较高的灵敏性与客观性^[8-9]。尽管过去从烟叶成熟度、采收方式、组织结构、色素等方面提高烟叶可用性进行了较多的研究^[4-5,10-11],并且质地和色差分析在国内外对肉类^[12]、面食^[13]、蔬菜^[14]、水果^[1,15-17]、沙司^[18]等食品的研究已经比较深入,但质地和色差分析检测在烟草生产中还鲜有报道。本试验通过研究烘烤中上部烟叶质地、色度及水分的变化规律,为改善烟叶组织结构、优化和完善烘烤工艺提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2008~2009年在河南省襄县王洛乡阎寨村进行,供试土壤为褐土,质地中壤,地势平坦,肥力均匀,规范化栽培管理。供试品种为中烟100,5月5日移栽,种植行距120 cm,株距50 cm。取样前大田烟株长势基本一致,在群体中选择株高一致,叶片数相等,叶色基本一致,叶面积差别不大,有典型“中棵烟”特征的烟株,并进行挂牌,以上部叶(第16-18位叶)为试验材料,烟叶成熟时按照叶位单叶采收。

1.2 样品制备

采用河南农业大学设计的电热式温湿自控密集烤烟箱烘烤,烘烤时装烟密度为 70 kg/m^3 ,按照三段式烘烤工艺进行烘烤。分别在烟叶烘烤的关键温度点取样(烤前鲜样;干球 38°C ,湿球 35°C 左右;干球 42°C ,湿球 $36\sim 37^\circ\text{C}$;干球 48°C ,湿球 38°C 左右;干球 54°C ,湿球 39°C 左右;烤后样),挑选15片大小、颜色具有代表性的完整烟叶,迅速切去叶尖和叶基部,留叶中部分,用于叶片和主脉 TPA 和色度、水分的测定。烘烤结束后按照 GB2635-92 烤烟分级标准进行外观质量评价,取 B3F 烟叶,用于烤后烟叶指标的测定。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 烟叶水分含量测定:取离主脉2 cm的叶中部分,用打孔器均匀打成半径为0.5 cm圆片10片,同时取主脉,参照朱广廉等^[19]的方法进行测定叶片和主脉的水分。各重复3次。

1.3.2 质地测定:质构测试仪由英国 Stable Micro System 公司研制生产的 TA.XT2i,采用压缩方法测定。参数设定参照潘秀娟等^[1]略有改动:压缩叶片、主脉时下压样品变形量(Strain)50%,测试前探头下降速度(Pre-Test Speed)为 2 mm/s ,测试速度(Test Speed)为 1 mm/s ,测试后探头回程速度(Return Speed)为 1 mm/s ,目标值(Target Value)为20 mm,触发力(Trigger Force)为10 g,探头类型为 P/50,两次压缩中停顿5 s。在烘烤中各关键温度点取烟叶15片(54°C 和烤后样取的烟叶叶片在恒温恒湿箱平衡水分2 d后)。将叶片用打孔器打成半径为1.5 cm的圆片,每10片叠放在一起,进行 TPA 测定。将主脉(除烤后样平衡水分外)用刀片切成长宽高分别为: $2 \text{ cm} \times 0.5 \text{ cm} \times 0.5 \text{ cm}$ 的形状。样品在室温下测定,每个样品进行15次平行试验,求其均值。由质地测试曲线图得到表征烟叶质地状况的评价参数。

1.3.3 叶色测量:WSC-3型全自动测色色差计(北京光学仪器厂)可以从 L^* (从黑到白,表示明度, $0\sim 100$), 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。选择大小和外观色泽基本一致的叶中部分,测量距离叶主脉约5 cm处对称点的叶色,每半片叶等距离测量3个点,每片叶6个点的平均值为此叶片的色差值。烟叶主脉匀称测量6个点,其平均值作为该片叶主脉的色差值。重复15次。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 等软件进行数据处理和绘图,用 SPSS16.0 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 烟叶水分含量的变化

烘烤中烟叶的一切生理生化活动都是以水为介质进行的,烟叶水分和温度的变化决定着烟叶组织细胞内生化变化的速度和方向,最终影响烟叶的形态、质构、色度变化和烘烤质量的形成^[20]。由图 1 可知,叶片水分含量在变黄期(42℃前)和定色期(42℃~54℃)发生了明显的变化,尤其定色期变化最为显著。54℃后叶片已全干,其水分含量基本无大变化。主脉的水分含量的变化和叶片明显不同,48℃之前,主脉的水分基本无大变化,48℃后主脉水分显著减少。

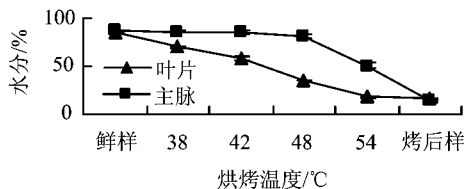


图 1 烘烤中烟叶水分含量的变化

2.2 烘烤中上部叶片 TPA 的变化

2.2.1 烘烤中烟叶硬度的变化

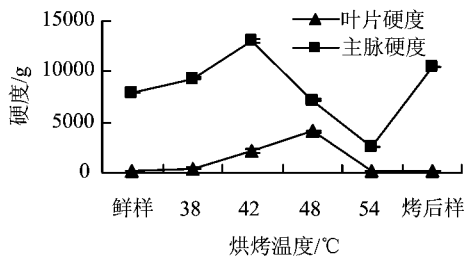


图 2 烘烤中烟叶硬度的变化

硬度可以反映样品的坚实度,是样品达到一定变形时所必须的力。由图 2 可知,烟叶叶片在烘烤中硬度的变化是先增大,然后又降低,总趋势是不断降低的。48℃叶片的硬度值最大,为烤后烟叶的 31.25 倍。在烘烤中烟叶主脉硬度和叶片的变化不大一致,其硬度值 42℃前先增大,至 42℃达到最大值,然后降低,54℃最小,随后又增大。42℃前主脉的硬度不但没有降低,反而升高,42℃值最大,是硬度最小值的 2.77 倍。42℃后烟叶主脉组织结构有了变软,硬度值变小,烤后烟叶主脉的硬度明显增大。

2.2.2 烘烤中烟叶回复性的变化

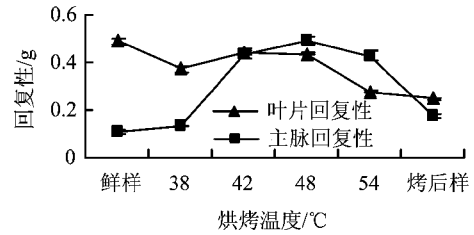


图 3 烘烤中烟叶回复性的变化

回复性是变形样品在与导致变形同样的速度、压力条件下回复的程度。从图 3 可以看出,烘烤中烟叶叶片回复性随着烘烤的进行逐渐降低,38℃出现一个低谷,随后升高至 42℃,然后又降低。其中鲜样的回复性值最大,为最小值烤后样的 1.96 倍。烘烤中主脉回复性值随着烘烤的进行而增大,48℃主脉失水适度,弹性增强,回复性值最大,随后不断降低。

2.2.3 烘烤中烟叶粘聚性的变化

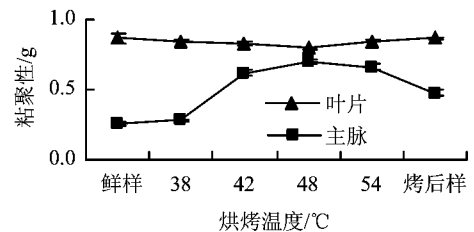


图 4 烘烤中烟叶粘聚性的变化

粘聚性反映的是挤压烟叶时,叶肉或主脉抵抗受损并紧密连接,使结构保持完整的性质^[1]。从图 4 可以看出,烘烤中烟叶叶片粘聚性值变化不大,在 0.79~0.87 之间,其中鲜样和烤后烟叶的粘聚性值较大,48℃的粘聚性值最小。烘烤中主脉 48℃粘聚性值最大,是粘聚性最小值鲜样的 2.76 倍。48℃主脉已失去了部分水分,组织结构受损,内部粘合力增强;54℃后,主脉粘聚性则不断降低。

2.2.4 烘烤中烟叶咀嚼性的变化

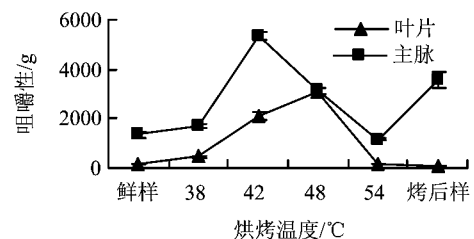


图 5 烘烤中烟叶咀嚼性的变化

咀嚼性综合反映了烟叶对咀嚼的持续抵抗性。由图 5 可知,烘烤中叶片咀嚼性值随着烘烤的进行而增大,48℃值最大,然后不断降低。叶片 48℃咀嚼性值是最小值(烤后样)的 26.51 倍。烘烤中主脉咀嚼性随着烘烤的进行而增大,42℃值最大,是最小值 54℃的 4.59 倍。

2.3 烘烤中烟叶 TPA 测定各参数及水分的相关分析

烘烤中烟叶叶片 TPA 的相关分析(表 1)表明,硬度和咀嚼性呈极显著正相关($P < 0.01$),这可能是由于随着平行次数的增多各数据之间的误差明显减小,且可能与质构仪参数的设定有关。叶片粘聚性与硬度、咀嚼性均呈极显著负相关($P < 0.01$)。叶片 TPA 的相关分析表明,硬度、粘聚性、咀嚼性是评价烟叶叶片 TPA 变化的可靠性指标。烘烤中烟叶主脉 TPA 测定各参数间的相关性并不好,但是回复性与粘聚性呈极显著正相关($P < 0.01$)。尽管烟叶主脉硬度与咀嚼性的相关性不显著($P > 0.05$),但其相关系数大于

2.4 烘烤中烟叶色度各参数的变化及其方差分析

0.76。质地各测定参数与水分的相关性不好,除了叶片回复性与水分的相关值大于 0.8 外,其余的均小于 0.2。

表 1 烘烤中烟叶 TPA 测定各参数及水分的相关分析

	参数	水分	硬度	回复性	粘聚性	咀嚼性
叶片	水分	1				
	硬度	-0.069	1			
	回复性	0.801	0.470	1		
	粘聚性	0.147	-0.966**	-0.367	1	
	咀嚼性	-0.028	0.992**	0.496	-0.952**	1
主脉	水分	1				
	硬度	0.112	1			
	回复性	0.115	-0.226	1		
	粘聚性	-0.198	-0.226	0.949**	1	
	咀嚼性	-0.069	0.767	0.399	0.444	1

注: * 表示在 0.05 水平上显著, ** 表示在 0.01 水平上极显著。下同

表 2 烘烤中烟叶色度变化及方差分析

烘烤温度/℃	鲜样	38	42	48	54	烤后样	F 值	
叶片	L^*	46.89 ± 2.84dD	59.72 ± 2.08cC	64.57 ± 2.40aAB	66.20 ± 2.32aA	62.37 ± 3.06bBC	61.70 ± 3.06bC	102.11
	a^*	-7.27 ± 1.79dC	5.30 ± 2.66cB	6.95 ± 2.98bB	12.09 ± 1.56aA	11.86 ± 1.82aA	11.67 ± 1.44aA	185.16
	b^*	34.76 ± 3.45eD	47.79 ± 2.18cBC	51.13 ± 3.38abAB	52.72 ± 2.57aA	45.33 ± 5.11dC	49.39 ± 2.60bcAB	55.62
主脉	L^*	47.95 ± 3.24eD	49.45 ± 2.89eD	53.32 ± 3.09dC	59.13 ± 3.23bA	61.52 ± 1.86aA	56.28 ± 2.59cB	52.68
	a^*	-5.75 ± 4.40fE	-2.13 ± 2.12eD	1.90 ± 2.64dC	7.89 ± 1.39cB	11.19 ± 1.51bA	13.31 ± 2.54aA	125.51
	b^*	31.71 ± 2.48cC	34.11 ± 3.37bcBC	35.10 ± 2.64bBC	35.73 ± 4.82bB	43.88 ± 3.77aA	31.70 ± 1.99cC	27.62

注: 同行不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著, 同行不同大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著。

烟叶在烘烤中变化最明显的现象之一就是颜色的变化^[3]。由表 2 可知,随着烘烤的进行,叶片和主脉的明度 L^* 都是逐渐递增的,然后略有降低。但是,二者变化的温度点却不一致,叶片在 48℃的 L^* 最高,而主脉在 54℃。在变黄期叶片 L^* 在各取样点的差异极显著($P < 0.01$),而主脉的 L^* 变化最显著阶段是在 38℃~48℃,尤其是 42℃~48℃之间。叶片和主脉鲜样的 L^* 差异不显著($P > 0.05$),但烤后样的 L^* 差异极显著($P < 0.01$)。 a^* (-A ~ +A) 表示从绿到红的变化,其正值越大,绿色越轻,橘红色愈浓。烘烤中叶片和主脉 a^* 值(除叶片 54℃后)基本是逐渐增大的。叶片 a^* 值变化最显著的阶段在鲜样至 38℃之间,而主脉在 54℃之前。叶片 a^* 值在 48℃最大,而主脉烤后样的值最大。叶片和主脉鲜样的 a^* 值差异不显著($P > 0.05$),但烤后样的 a^* 值差异显著($P < 0.05$)。 b^* (-B ~ +B) 表示从蓝到黄的变化,其正值越大,黄色越浓。

烘烤中叶片和主脉 b^* 值变化趋势基本一致,均是先升高,再降低,但是叶片 b^* 值变化最显著的阶段在鲜样至 38℃之间,并在 48℃值最大,而主脉 b^* 值变化最显著的阶段在 48℃之后,并在 54℃值最大。烘烤中叶片 b^* 变化最显著的阶段在鲜样至 38℃之间,而主脉 b^* 在 48℃至烤后样之间变化最为显著。叶片和主脉鲜样的 b^* 值差异显著($P < 0.05$),而烤后样的 b^* 值差异极显著($P < 0.01$)。方差分析分析表明,烘烤中叶片和主脉的色度测定参数均达到极显著水平($P < 0.01$)。其中,叶片 a^* 的 F 值最大。

2.5 烘烤中烟叶色度各参数的相关性分析

由表 3 可知,烘烤中烟叶色度相关分析表明,叶片色度各测定参数的相关性较好,在 0.852 ~ 0.962 之间,呈显著正相关($P < 0.05$),其中叶片的明度 L^* 与 a^* 、 b^* 呈极显著正相关($P < 0.01$)。但是主脉色度的各测定参数的相关性一般,在 0.423 ~ 0.893 之间。除

了主脉 L^* 与 a^* 呈显著正相关 ($P < 0.05$) 外,其余的相关性均不显著 ($P > 0.05$)。此外,叶片的 a^* 与主脉的 L^* 、 a^* 也呈显著正相关 ($P < 0.05$)。

表3 烘烤中烟叶色度测定参数的相关分析

测定指标	叶片			主脉		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
叶片 L^*	1					
a^*	0.926**	1				
b^*	0.962**	0.852*	1			
主脉 L^*	0.702	0.842*	0.522	1		
a^*	0.670	0.876*	0.564	0.893*	1	
b^*	0.407	0.480	0.150	0.710	0.423	1

3 结论与讨论

烘烤中烟叶叶片和主脉的水分、内含物、形态结构不同,可能是造成二者质地差异的主要原因。叶片在变黄期 38℃ 烟叶已经变黄八成并发软,但主脉 42℃ 后硬度才有明显的下降,48℃ 后水分含量才有明显的损失。果胶等细胞壁物质的降解对硬度影响较大,烟叶硬度的变化可能是由细胞组织结构降解进程引起的^[2,21]。随着烘烤的进行(48℃ 前)叶片粘聚性值减小,叶肉细胞之间的结合力下降,以致叶肉组织疏松^[1,5]。粘聚性与细胞间结合力密切相关,烟叶主脉的绵软在某种程度上是细胞间结合力减小的结果^[1]。叶片回复性变化最大的阶段在鲜样至 42℃ 之间,尤其是 38℃ 前后。因而,在 38℃ 烟叶塌架、变黄 8 成左右时调控烘烤进程,使烟叶叶片的硬度和回复性等降低,可使叶片组织结构遭到更大的破坏,有利于抑制烟叶形成致密的组织结构^[1]。烘烤中烟叶回复性和咀嚼性的变化都是随着烟叶内部生理生化反应进行的程度和存在的状态而变化的。其中,影响最大的因素就是水分和组织结构的变化^[5,22]。

尽管叶片 L^* 、 a^* 和 b^* 值变化最显著和最大值出现的温度点不一致,但总是出现在主脉之前。烘烤中随着叶绿素的降解,类胡萝卜素类色素比例的增大,烟叶的黄色和橘色度明显增加^[3]。鲜样至 38℃ 是叶片 a^* 、 b^* 值变化最显著的阶段,因而,在此期间调控烘烤环境及条件,将会对烟叶色度产生显著的影响。主脉的 a^* 值在 54℃ 之前差异均极显著,而 b^* 值在 48℃ 至烤后样差异均极显著 ($P < 0.01$)。因而,在 48℃ ~ 54℃ 之间对主脉 a^* 、 b^* 的变化尤为重要。在此阶段,为了改变主脉的外观质量和内部化学成分,采取适当的烘烤措施,将更有利于提高烟梗的利用率。叶片

L^* 值在 48℃ 最高,此时叶片已大卷筒,由于风速等环境的影响,使此后的烟叶色度略有降低。主脉 L^* 变化的关键期是 42℃ ~ 48℃,54℃ 最高,烤后烟略有降低。

方差分析表明,烘烤中烟叶质地评价参数的差异均达到极显著水平 ($P < 0.01$),尤其是硬度、咀嚼性、回复性在各取样点的差异更加显著,其曲线图的动态变化更为直观。烘烤中烟叶色度各参数方差均达到极显著水平 ($P < 0.01$),且 a^* 值显著性大于 b^* 值;相对于主脉,叶片的差异显著性更直观(表 2)。相关分析表明,烟叶叶片硬度、粘聚性、咀嚼性的相关性较好,绝对值在 0.952 ~ 0.992 之间,是评价叶片 TPA 变化的可靠性指标;烟叶主脉 TPA 测定参数粘聚性、回复性可以灵敏地反映烟叶主脉的质地变化。相对于主脉,叶片色度的各参数的相关性更好,在 0.852 ~ 0.962 之间,均呈显著正相关,其中叶片的 L^* 与 a^* 、 b^* 呈极显著正相关 ($P < 0.01$)。从色度测定参数可以看出, L^* 与 a^* 的相关性明显好于与 b^* 的(表 3)。

烘烤中上部叶片各质地和色度测定参数发生明显的变化主要在变黄期 38℃ 前后,主脉各参数主要在 42℃ 之后,尤其是 48℃ ~ 54℃ 变化最为显著。烘烤中根据上部烟叶质地和色度的变化规律,并结合烟叶的外观形态变化,在 38℃ 前后合理调控烘烤期间的环境,创造适宜的生理生化反应条件,使烟叶叶片的各种成分和关键指标朝着设定的目标转化,从而在烟叶烘烤这一关键环节中增进和改善烟叶的外观和内在品质,确保烟叶生产的质量和效益。本试验只是初步的研究结果,烘烤中烟叶质地、色度的变化和品质(如:细胞壁物质等)的关系,尤其是烘烤中僵硬叶、光滑烟质地形成的详细机理还有待进一步探讨。

参考文献

- [1] 潘秀娟,屠康. 质构仪质地多面分析(TPA)方法对苹果采后质地变化的检测[J]. 农业工程学报, 2005, 21(3): 166-170.
- [2] Jin chang-hai, Suo biao, Kan juan, et al. Changes in cell wall polysaccharide of harvested peach fruit during storage[J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2006, 32(6): 657-664.
- [3] 官长荣,周义和,杨焕文. 烤烟三段式烘烤导论[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 174-185.
- [4] 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.
- [5] 王能如,李章海,徐增汉,等. 烘烤过程中上部叶片厚度

- 及解剖结构的变化[J]. 烟草科技, 2005(9): 29-31.
- [6] 中国江西网. 提高烤烟上部烟叶的可用性[EB/OL]. [2004-5-27]. <http://www.jxcn.cn/34/2004-5-27/30038@89766.htm>.
- [7] 徐秀红, 孙福山, 王永, 等. 密集烤房研究应用现状及发展方向探讨[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 54-56, 61.
- [8] 林芳栋, 蒋珍菊, 廖珊, 等. 质构仪及其在食品品质评价中的应用综述[J]. 生命科学仪器, 2009, 7(5): 61-63.
- [9] 郑利平. 色差计基本原理及其在文物修复作色中的实际应用[J]. 重庆工学院学报(自然科学版), 2007, 21(6): 61-63, 112.
- [10] 蔡宪杰, 王信民, 尹启生. 成熟度与烟叶质量的量化关系研究[J]. 中国烟草学报, 2005, 11(4): 42-46.
- [11] 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.
- [12] Sarrie's M V, Beriain M J. Colour and texture characteristics in meat of male and female foals[J]. Meat Science, 2006, 74(4): 738-745.
- [13] Mohamed A, Rayas-Duarte P, Xu J. Hard red spring wheat/C-TRIM 20 bread: formulation, processing and texture analysis [J]. Food Chemistry, 2008, 107(1): 516-524.
- [14] Rastogi N K, Nguyen L T, Balasubramaniam V M. Effect of pretreatments on carrot texture after thermal and pressure-assisted thermal processing[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 88(4): 541-547.
- [15] Susana RI'o Segade, Luca Rolle, Vincenzo Gerbi, et al. Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2008, 21(8): 644-649.
- [16] Salvador A, Sanz T, Fiszman S M. Changes in colour and texture and their relationship with eating quality during storage of two different dessert bananas [J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(3): 319-325.
- [17] Perera N, Gamage T V, Wakeling L, et al. Colour and texture of apples high pressure processed in pineapple juice[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010, 11(1): 39-46.
- [18] Arocas A, Sanz T, Fiszman S M. Influence of corn starch type in the rheological properties of a white sauce after heating and freezing[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 23(3): 901-907.
- [19] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 80-82.
- [20] 李富强, 宋朝鹏, 宫长荣, 等. 烤烟烘烤环境条件对烟叶品质影响研究进展[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 70-74.
- [21] 陈青, 励建荣. 杨梅果实在储存过程中质地变化规律的研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(1): 66-71.
- [22] Rahman M S, Al-Farsi S A. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fleshas a function of moisture content [J]. Journal of Food Engineering, 2005, 66(4): 505-511.

《中国烟草科学》2010年第5期目次

·专论·

论烟草轻简高效栽培技术与发展对策
..... 王树林, 刘好宝, 史万华, 等

·特色烟·

主导烤烟香型风格及感官质量差异的主要化学指标分析
..... 杜咏梅, 张建平, 王树声, 等

四川省烤烟主要化学成分特征分析
..... 陈向东, 董建新, 梁洪波, 等

·遗传育种·

烤烟新品种蓝玉一号的选育及其特征特性
..... 刘添毅, 陈文韬, 黄一兰, 等

烤烟新品种龙江 912 的选育及其特征特性
..... 王春军, 陈荣平, 邱恩建, 等

牡丹江生态条件下不同基因型烤烟品种香气物质含量比较
..... 秦卫普, 赵铭钦, 瞿永生, 等

·营养施肥·

不同种类有机肥对中烟 100 农艺性状和产质量的影响
..... 裴 军, 王文杰, 刘文涛, 等

有机无机肥配施对烤烟质体色素及降解产物的影响
..... 刘洪华, 赵铭钦, 王付峰, 等

·栽培技术·

罗平县海拔高度和土壤类型与烟叶化学成分的关系
..... 李自强, 刘新民, 董建新, 等

临沂烟区土壤养分状况和烟叶质量及关系分析
..... 左兴俊, 徐树建

·植物保护·

运用函数图形计算烟草种质资源的抗病性
..... 李文平, 朱列书, 赵松义

受烟草花叶病毒侵染程度不同的烤烟叶片光合特性的变化
..... 倪国仕, 章新军, 毕庆文, 等

·生物技术·

受 PVY 诱导的烟草 *NtERD1* 的基因分离与表达分析
..... 陈 帅, 刘贯山, 杨爱国, 等

·烟草经济·

卷烟企业科技投入管理模式研究
..... 姜福东, 陈和平, 苏慧文, 等

·烟草机械·

不同种类编烟机应用效果研究 靖军领, 兰俊荣, 黄一兰, 等

·吸烟与健康·

三维网状形貌的 SBA-15 净化新材料
..... 周仕禄, 吕 健, 徐海涛, 等

·工业利用·

β -紫罗兰酮- β -环糊精包合物的结构确证及反应热力学研究
..... 姬小明, 刘 云, 苏长涛, 等

·综述·

植物类萜代谢及其在烟草中的研究进展
..... 牛维环, 谢小东, 程廷才, 等

·烟草基因组专栏·

烟草基因组知识篇:5. 功能基因组学 李凤霞