

任 夏,邱 军,段苏珍,等. 色差仪在烤烟烟叶颜色检测中的应用[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):335-337.

色差仪在烤烟烟叶颜色检测中的应用

任 夏^{1,2}, 邱 军¹, 段苏珍^{1,2}, 张忠锋¹, 丁 睿^{1,2}

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081)

摘要:为探讨色差仪在烤烟烟叶颜色检测中的应用,依据烤烟国家标准制定样品,选取上部叶 11 个等级,对比不同颜色主组和不同等级之间的颜色参数(L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 、 h^*)和色差参数(ΔE)变化特征。结果表明,色差仪测量的颜色参数和烟叶显色物质相关性显著,且能定量表征不同颜色主组及不同等级之间色度的差异。通过色差仪定量表征烟叶颜色和人工感官评价烟叶颜色结果基本一致,可通过色差仪对烟叶颜色进行量化,使烟叶分级更加准确、便捷。

关键词:色差仪;烤烟;颜色;烟叶;检测;颜色参数;色差参数

中图分类号: TS41⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0335-03

烤烟烟叶分级是工商交接的重要环节,合理分级有利于提高烟叶质量,促进烟叶生产。我国现行烤烟国标规定,烤烟分级是先分组、再分级^[1]。烤烟烟叶颜色是指同一型烟叶经调制后烟叶的相关色彩、色泽饱和度和色值的状态^[1],既是重要的分组因素,又是分级因素“色度”的重要组成部分,对颜色的鉴定直接关系到分级的合理性。长期以来,国内外对烟叶颜色的鉴定多依靠感官进行定性评价,由于每个人对颜色的辨识度不尽相同,加之受到环境、光线的影响,这些评价方式在客观性和科学性上存在一定缺陷。在我国实行 42 级国家烤烟分级标准中,对烟叶的颜色和特征描述都没有定量标准,这也大大影响了烟叶品质分级的效率。为减少各种因素对烟叶颜色检测带来的影响,近年来,国内外进行了一些相关研究,计算机图像处理技术、人工神经网络技术和模糊信息处理技术等已被逐渐应用于烟叶颜色的提取^[2-5],并取得了一定成果。先进的分析技术和图像处理技术为烟叶颜色的鉴定提供了新的分析方法,从而促使烟叶分级由传统的依靠人工向借助计算机、由定性向定量、由经验化向理论化发展^[6]。

目前,烟叶颜色的仪器测定有新的突破,运用色差仪对烟叶颜色进行测量已有文献报道^[7-11],大多数都是针对色度学指标和烟叶化学成分、物理指标等进行研究,没有针对色差仪在烟叶颜色检测中应用的相关研究。为此,通过对标准分级烟叶的测量,运用国际通用的 CIELAB 颜色空间,探讨色差仪在烟叶分级中颜色检测的应用,以期为烤烟颜色科学判断和快速鉴定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

依据 GB 2635—1992《烤烟》分级制定的标准样品,选取上部柠檬黄(BL)、上部橘黄(BF)、上部红棕(BR)的烟叶作为研究对象,即上部柠檬黄 4 个等级 B1L、B2L、B3L、B4L,上部橘黄 4 个等级 B1F、B2F、B3F、B4F,上部红棕 3 个等级 B1R、B2R、B3R,共 11 个等级(表 1)。烟叶样品一部分用于颜色测定,一部分抽去烟梗,烘箱烘干,过 40 目筛,进行颜色色素的检测。

表 1 上部烟叶不同等级档次划分

部位	组别	颜色	级别	代号	色度	具体规定
上部(B)	柠檬黄(L)	烟叶表面呈现纯正的黄色,包括正黄和淡黄	1	B1L	浓	烟叶表面颜色均匀、饱满、视觉色彩反映强
			2	B2L	强	烟叶表面颜色均匀、尚饱满、视觉色彩反映较强
			3	B3L	中	烟叶表面颜色稍有不均、不够饱满、视觉色彩反映一般
			4	B4L	弱	烟叶表面颜色不均、饱满度差、视觉色彩反映较弱
	橘黄(F)	烟叶表面以黄色为主,并呈现较明显的红色,包括金黄和深黄	1	B1F	浓	烟叶表面颜色均匀、饱满、视觉色彩反映强
			2	B2F	强	烟叶表面颜色均匀、尚饱满、视觉色彩反映较强
			3	B3F	中	烟叶表面颜色稍有不均、不够饱满、视觉色彩反映一般
			4	B4F	弱	烟叶表面颜色不均、饱满度差、视觉色彩反映较弱
	红棕(R)	烟叶表面呈现红色或浅棕色,包括橘红、浅红棕和红棕	1	B1R	浓	烟叶表面颜色均匀、饱满、视觉色彩反映强
			2	B2R	强	烟叶表面颜色均匀、尚饱满、视觉色彩反映较强
			3	B3R	中	烟叶表面颜色稍有不均、不够饱满、视觉色彩反映一般

1.2 仪器

NH310 型色差计,由深圳三恩驰有限公司生产;Waters Acquity 超高效液相色谱仪,由美国 Waters 公司生产。

收稿日期:2013-10-14

作者简介:任 夏(1989—),女,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为作物生理。E-mail:1989renxia@163.com。

通信作者:张忠锋,研究员。E-mail:zhangzhongfeng@caas.cn。

1.3 试验方法

1.3.1 颜色测量 在每个等级样品中,选取具有代表性的烟叶 20 张,放于恒温恒湿箱中,设定环境相对湿度 65%、温度(22±2)℃,平衡时间不少于 24 h;利用 NH-310 色差仪,选择测色大口径 8 mm,在 D65/10°(指光源和测定角)和 SCE(排除镜面反射光)条件下,先对仪器进行黑白版校正,然后在每张烟叶的叶尖、叶中和叶基处分别取点进行测定;测量时,将烟叶平放在实验台上,正面朝上使其自然展平,取点时,

在平分主脉 3 等分处两侧对应的位置(主脉与叶缘的中间点,尽量避开病斑)均匀各选择 3 个点,每张烟叶 6 个点进行测定。测定的色度学指标主要包括 L^* 值(明度值)、 a^* 值(红绿色度值,正值代表红色度,负值代表绿色度)、 b^* 值(黄蓝色度值,正值代表黄色度,负值代表蓝色度)、 c^* 值(饱和度)、 h^* 值(色调角)和 ΔE 值(总色差值)。

1.3.2 类胡萝卜素含量检测 超高效液相色谱仪法,依据行业标准^[12]进行样品前处理,对色谱条件略做修改。色谱条件:色谱柱为 Waters Acquity UPLC BEH C₁₈ (1.7 μm , 2.1 mm \times 50 mm);流动相为 A: 异丙醇, B: 80% 乙腈/水;流速: 0.3 mL/min;梯度洗脱: 0~6 min (40% A + 60% B), 6~14 min (70% A + 30% B), 15 min (100% A), 15 min (100% B), 平衡 3 min 后自动进下一样品;进样量为 5 μL ,柱温为 25 $^{\circ}\text{C}$ 。甲醇、异丙醇为 Fisher 公司(美国)生产的色谱纯试剂;叶黄素、 β -胡萝卜素标准物由 WAKO 公司(日本)生产,纯度 >97%。

1.3.3 数据统计 颜色统计软件为 CQCS3 标准版;数据分析采用 SPSS 19.0 软件。

2 结果与分析

2.1 1976LAB 颜色参数和烟叶色素的相关性分析

烟叶颜色由叶片中多种显色物质决定,其中,色素类物质如叶绿素、叶黄素和 β -胡萝卜素等在烟叶颜色形成过程中起重要作用。烟叶成熟过程中,各种色素比例不断变化,使烟叶呈现不同的颜色^[13],各种色素随烟叶的生长发育以不同速度分解,随着成熟度提高,黄色更为明显。类胡萝卜素是调制后烟叶黄色品质得以体现的基本物质^[14]。由表 2 可见,运用色差仪测量的不同烟叶颜色参数和烟叶内类胡萝卜素(叶黄素和胡萝卜素)含量有一定相关性,均达显著水平。对橘黄色烟叶的颜色特征值与色素含量作回归分析, L^* 和类胡萝卜素含量的拟合回归方程为 $y_1 = 100.515 + 9.964x_1 + 6.669x_2$ ($R^2 = 0.732^{**}$), a^* 和类胡萝卜素含量的拟合回归方程为 $y_2 = 94.333 - 14.263x_1 - 2.822x_2$ ($R^2 = 0.638^{**}$), b^* 和类胡萝卜素含量的拟合回归方程为 $y_3 = 40.137 + 17.482x_1 + 15.623x_2$ ($R^2 = 0.753^{**}$)。其中, x_1 为叶黄素, x_2 为 β -胡萝卜素。这说明运用色差仪可以表征烟叶内的色素含量变化。

表 2 烟叶颜色参数和类胡萝卜素含量的简单相关分析

颜色	指标	相关系数	
		叶黄素	β -胡萝卜素
柠檬黄	L^*	0.86 ^{**}	0.83 ^{**}
	a^*	-0.88 ^{**}	-0.85 ^{**}
	b^*	0.86 ^{**}	0.88 ^{**}
橘黄	L^*	0.82 ^{**}	0.79 ^{**}
	a^*	-0.81 ^{**}	-0.81 ^{**}
	b^*	0.76 [*]	0.88 ^{**}
红棕	L^*	0.81 ^{**}	0.77 ^{**}
	a^*	-0.81 ^{**}	-0.81 ^{**}
	b^*	0.75 ^{**}	0.71 [*]

2.2 上部烟叶不同颜色的比较

由表 3 可见,3 个主组色度学指标的变异系数在 0.01~0.09 之间,说明仪器的重现性、稳定性较好;BL 组 L^* 为 69.069~62.083、 a^* 为 14.898~11.145、 b^* 为 46.650~

43.898,BF 组 L^* 为 59.364~55.284、 a^* 为 18.904~16.624、 b^* 为 44.427~42.089,BR 组 L^* 为 54.660~48.139、 a^* 为 21.610~19.161、 b^* 为 41.489~38.005。从 L^* 值可以看出,3 个不同主组的 L^* 值变化范围是不重合的,且 L^* 逐渐变小,这和柠檬黄、橘黄、红棕的明度变化趋势是一致的,这说明 L^* 可以很好表征不同颜色主组之间的色泽变化。色品坐标 a^* 呈现逐渐增大的趋势, b^* 呈现逐渐降低的趋势,这和烤烟标准对颜色分组中柠檬黄组、橘黄组、红棕组的红色色素逐渐增多、黄色色素逐渐减少(表 1)是一致的,这表明 a^* 、 b^* 能够表征不同颜色主组之间色值的变化。 h^* 值呈现逐渐降低的趋势,这也是色值变化的一个间接体现。

表 3 上部烟叶不同颜色的测量数值

指标	等级	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
L^*	BL	69.069	62.083	65.94	2.56	0.04
	BF	59.364	55.284	57.34	1.39	0.02
	BR	54.660	48.139	51.64	2.75	0.05
a^*	BL	14.898	11.145	12.96	1.10	0.09
	BF	18.904	16.624	17.99	0.81	0.04
	BR	21.610	19.161	19.71	1.39	0.07
b^*	BL	46.650	43.898	44.35	1.69	0.04
	BF	44.427	42.089	42.46	2.69	0.06
	BR	41.489	38.005	40.22	3.84	0.10
c^*	BL	48.977	45.520	45.65	2.68	0.06
	BF	57.117	45.824	49.45	3.62	0.07
	BR	51.555	40.888	44.59	4.01	0.09
h^*	BL	75.560	71.382	73.49	1.21	0.02
	BF	69.723	66.752	68.03	0.94	0.01
	BR	65.640	62.956	64.36	1.03	0.02

由表 4 可见,3 个颜色主组之间的 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 和总色差 ΔE 均大于 1。1976LAB 采用 NBS 色差单位,根据 NBS 单位与颜色差别感觉程度对照表(表 5)可见,3 个颜色主组之间的色差都在人眼可识别的范围内。这说明色差仪在辨别分级因素颜色时,符合分级标准。

表 4 各项颜色参数的色差和总色差

指标	BF-BL	BR-BF
ΔL^*	-8.45	-5.69
Δa^*	5.03	1.72
Δb^*	-1.89	-2.24
ΔE	10.14	6.29

表 5 NBS 单位与颜色差别感觉程度对照表

NBS 单位	色差的感觉值	NBS 单位	色差的感觉值
0~0.50	痕迹	3.01~6.00	可识别
0.51~1.50	轻微	6.01~12.00	大
1.51~3.00	可觉察	>12.00	非常大

2.3 上部柠檬黄不同等级的烟叶颜色比较

在烤烟国标中,对品质因素色度规定了 3 方面的含义,即烟叶颜色的均匀度、饱和程度和光泽强度。均匀度是指烟叶表面颜色均匀一致的状态;饱和程度是指颜色的浓淡状态;光泽强度是指视觉对颜色鲜艳的反映强弱状态。对应于颜色空间的指标中,用 c^* 来表示同一色调内烟叶颜色的饱满状态,用 a^* 、 b^* 值的变异系数来表示烟叶颜色的均匀程度。由表 6 可见, c^* 值逐渐减小,且每个等级的范围都是不重合的,色差

在可见的范围内,这和烟叶分级中规定,高等级烟叶比低等级烟叶的饱和度更高的分级标准(表 1)是一致的;随着等级的降低, a^* 、 b^* 值的变异系数逐渐增大,这说明高等级烟叶表面颜色均匀度高于低等级烟叶。

表 6 上部柠檬黄不同等级的烟叶颜色特征值

指标	等级	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
L^*	B1L	69.069	65.031	66.43	1.56	0.023
	B2L	68.235	63.235	65.94	1.56	0.024
	B3L	69.002	64.768	66.95	1.71	0.026
	B4L	68.556	62.083	66.61	1.68	0.025
a^*	B1L	14.898	13.112	12.89	0.93	0.072
	B2L	14.596	12.225	12.96	0.92	0.071
	B3L	14.590	12.170	12.77	1.25	0.098
	B4L	13.580	11.145	12.60	1.30	0.103
b^*	B1L	46.650	45.301	44.78	2.34	0.052
	B2L	46.270	44.898	44.35	2.44	0.055
	B3L	45.530	43.898	44.56	2.92	0.066
	B4L	45.760	44.130	44.23	2.95	0.067
c^*	B1L	48.971	48.160	48.45	1.10	0.023
	B2L	47.889	46.933	47.37	1.68	0.035
	B3L	46.811	45.754	46.30	2.32	0.050
	B4L	45.933	45.516	45.52	2.97	0.065
h^*	B1L	74.987	71.382	72.56	0.69	0.009
	B2L	75.560	72.780	73.49	0.72	0.010
	B3L	75.140	73.212	74.31	0.79	0.011
	B4L	74.869	72.446	73.35	0.82	0.011

3 小结与讨论

色差计是利用具有特定光谱灵敏度光电积分元件,运用国际通用的 CIELAB 色度空间,直接测量物体表面色度学指标的仪器,对于只需要控制物体颜色而不需配色的行业来说,具有测量速度快、精度高的优点,目前,已经广泛应用于肉类、面粉、水果及茶叶等领域颜色的检测^[15-18]。将色差仪应用于烟叶颜色检测是一种新的尝试,本试验依据烤烟国家标准制作的样品,选取上部叶作为研究对象,对色差仪在区别分组因素颜色和分级品质因素色度上的作用进行探讨,结果表明,烟叶颜色色度学指标和烟叶中的显色物质具有一定的相关性,可以用来定量表征烟叶的颜色。在本研究中,运用 L^* 、 a^* 、 b^* 指标来区分不同的颜色主组,以 h^* 来作为验证指标,对上部柠檬黄、橘黄、红棕 3 个颜色主组进行分析,结果表明, L^* 可以很好表征不同颜色主组之间的色泽变化, a^* 、 b^* 能够表征不同颜色主组之间色值的变化,同时 h^* 值的变化也可以验证色值的变化。利用色差仪测定烤烟烟叶的颜色指标时,变异系数小,测定结果比较稳定,重现性相对较高。运用饱和度和色值指标的变异系数来表示烟叶颜色的均匀程度和饱和度,结果表明,高等级烟叶的 c^* 和色值指标的变异系数均小于低等级烟叶。综合以上研究表明,运用色差仪表征烟叶的颜色和色度是可行的。

运用 L^* 、 a^* 、 b^* 指标,以 h^* 来作为验证指标,可以定量表征不同的颜色主组之间的差异,饱和度 c^* 和色值指标的变异系数可以来区分不同等级之间的色度差异。通过色差仪定量表征烟叶的颜色和人工感官评价烟叶颜色的结果基本是一致的,而且克服了环境、主观因素的影响,更具客观性。在烟叶分级和收购中,按照部位进行分组后,将烟叶颜色分组指标

和色度分级指标进行量化,可以综合运用感官评价和色差仪相结合的方法,弥补人工感官方法的缺陷,使烟叶分级更加准确及便捷。但是,利用色差仪测定烟叶颜色也有一定的缺点,测定时往往受到烟叶表面状态和所取位置等因素的影响。因此,在检测前先要对烟叶样品进行筛选,要求每片烟叶完整,同时,选取的测量点要有代表性。

烟叶分级是对烟叶质量的综合评价,对烟叶其他的分组分级因素,如成熟度、油分、身份、残伤等测试方法也有必要进行研究,开发相应的测试技术,以替代或补充人工感官方法,使烟叶外观质量的评定逐步实现量化和规范化。

参考文献:

- [1] 中国烟草总公司, 郑州烟草研究所. GB 2635—1992 烤烟[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [2] 张杰, 巫迎红, 周慧玲. 烟叶的计算机辨色系统[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(2): 38—40.
- [3] 阎瑞琼, 韩力群, 陈晋东. 计算机技术在烟叶检测与分级领域的应用[J]. 烟草科技, 2001(3): 13—15.
- [4] 李强, 杨晓京, 魏岚, 等. 基于计算机视觉的烟叶分离系统[J]. 现代制造工程, 2006(5): 101—103.
- [5] 马建元, 伍铁军. 基于图像处理和模糊识别的烟叶分级技术研究[J]. 机械制造与自动化, 2011, 40(1): 90—93.
- [6] 张建平, 吴守一, 方如明, 等. 农产品质量的计算机辅助检验与分级(II)——烟叶自动分级模型的建立与训练[J]. 农业工程学报, 1997, 13(4): 179—183.
- [7] 丁根胜, 张庆明, 巴金莎, 等. 烟叶颜色色度学指标与烤烟品质的关系分析[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4): 14—16.
- [8] 张长云, 周淑平, 田晓霞, 等. 初烤烟叶颜色与化学成分关系分析[J]. 广西农业科学, 2007, 38(6): 621—624.
- [9] 霍开玲, 宋朝鹏, 武圣江, 等. 不同成熟度烟叶烘烤中颜色值和色素含量的变化[J]. 中国农业科学, 2011, 44(10): 2013—2021.
- [10] 王涛, 贺帆, 詹军, 等. 烘烤过程中不同部位烟叶颜色值和主要化学成分的变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 38(2): 125—130.
- [11] 彭新辉, 易建华, 周清明, 等. 同部位不同等级烤烟的色泽和化学成分及其关系[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(1): 39—43.
- [12] 国家烟草专卖局. YC/T 382—2010 烟草及烟草制品 质体色素的测定 高效液相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [13] 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.
- [14] 杨立均, 官长荣, 马京民. 烘烤过程中烟叶色素的降解及与化学成分的相关分析[J]. 中国烟草科学, 2002, 23(2): 5—7.
- [15] Sarriés M V, Beriain M J. Colour and texture characteristics in meat of male and female foals[J]. Meat Science, 2006, 74(4): 738—745.
- [16] 孙向东, 王乐凯, 任红波, 等. 色彩色差计在面粉色泽测定上的应用[J]. 粮油食品科技, 2002, 10(2): 31—33.
- [17] 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.
- [18] 严俊, 林刚. 测色技术在茶叶色泽及品质评价中的应用研究[J]. 茶业通报, 1995(1): 7—9.