

CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型在烟草中的应用研究进展

于国锋^{1,2},冯媛³,郑宏伟¹,苏海建¹,乔治⁴

(1. 山东中烟工业有限责任公司技术中心,山东 济南 250014; 2. 郑州轻工业大学 食品与生物工程学院,河南 郑州 450002; 3. 青岛市石化高级技工学校,山东 青岛 266108;
4. 颐中(青岛)实业有限公司,山东 青岛 266021)

摘要: 烟草颜色特征指标主要依靠人工经验获取,主观性强,存在一定的不稳定性。CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型色域宽阔、色彩分布均匀,常用于烟草(含烟草制品和卷烟材料)颜色参数等的测定与分析。对 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型在烟叶产地、烟叶品种、烟叶分级等方面的应用进行综述,并对其在烟草中的应用前景进行展望,为烟草分级、采购、原料控制提供参考。

关键词: 烟草; CIE L^{*}a^{*}b^{*}; 颜色参数; 颜色模型; 感官质量

中图分类号: S572; TS47 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2019)02-0001-07

Research Progress of CIE L^{*}a^{*}b^{*} Color Model Application in Tobacco

YU Guofeng^{1,2}, FENG Yuan³, ZHENG Hongwei¹, SU Haijian¹, QIAO Zhi⁴

(1. Technology Center, China Tobacco Shandong Industrial Co., Ltd., Jinan 250014, China; 2. College of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China; 3. Qingdao Petrochemical Advanced Technical School, Qingdao 266108, China; 4. Etsong(Qingdao) Industrial Co., Ltd., Qingdao 266021, China)

Abstract: The color characteristic indexes of tobacco are mainly obtained by artificial experience, which is subjective and unstable. CIE L^{*}a^{*}b^{*} color model is very suitable for the determination and analysis of color parameters of tobacco(including tobacco products and materials) because of its broad color gamut and uniform color distributions. The application of CIE L^{*}a^{*}b^{*} color model in tobacco production area, tobacco varieties, tobacco classification etc. was reviewed, and the application foreground of CIE L^{*}a^{*}b^{*} color model in tobacco was prospected, which could provide reference for tobacco grading, procurement and raw material control.

Key words: Tobacco; CIE L^{*}a^{*}b^{*}; Color parameters; Color mode; Sensory quality

烟叶颜色是烟草外观质量评价的重要指标,也是烤烟烟叶分级的重要依据。目前,烟叶颜色指标的获取主要通过感官评定,易受环境或光线等因素影响,在客观性和科学性方面存在缺陷^[1]。因此,对烟叶颜色特征指标进行量化、标准化探索已成为烟草工业发展的研究热点^[2-5]。目前研究中,烟叶颜色特征指标

的量化大都借鉴 1976 年 CIE(国际标准照明委员会)推荐的国际通用色彩测量标准 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型,该颜色模型适用于一切光源色或物体色的表示与计算。鉴于此,对 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型在烟草中的应用进行综述,为深化研究烟叶分级、烟叶评价标准、配打烟叶质量控制等提供理论支持。

收稿日期:2018-08-14

基金项目:山东中烟工业有限责任公司科技计划项目(201702009)

作者简介:于国锋(1982-),男,山东青岛人,工程师,在读硕士研究生,研究方向:烟草加工及卷烟产品开发。

E-mail: jingyu825158@163.com

1 色差与 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型

色差是指 2 个颜色在知觉上的差异,包括彩度差、明度差、色相差 3 个方面^[6]。色差评价的根本要求是评价结果具有客观性^[7],理想的色差公式计算结果应与目测有较好的一致性,可真正应用于色差质量控制^[8]。

CIE 于 1931 年开发了一种色彩测量国际标准,经历数次改进、迭代,形成了更加完善的颜色模型,即上述提到的 1976 年推荐的 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型,其被认为是目前描述肉眼可见颜色方面最为完备的颜色模型^[9]。该模型中,L^{*} 表示亮度,限值为 0~100,0 为黑色,100 为白色;a^{*} 表示红度,限值为 ±80,红色为 +,绿色为 -;b^{*} 表示黄度,限值为 ±80,黄色为 +,蓝色为 -。另外,该颜色模型中,色调角 H^{*} 是以 +a^{*} 轴为起点的角度,0° 为 +a^{*} (红),90° 为 +b^{*} (黄),180° 为 -a^{*} (绿),270° 为 -b^{*} (蓝);饱和度 C^{*} 用 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 表示,在中心轴 L^{*} 上,C^{*} = 0,愈远离中心 C^{*} 愈大^[10]。CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型的颜色表示方式易于接受,并且颜色在空间中的分布较 RGB(Red, green, blue) 颜色模型更均匀,因此得到了广泛的发展和应用^[11]。

2 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型在烟草中的应用

近十几年来,基于 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型的色度测量技术在烟草方面的应用层出不穷,广泛应用于烟草植株、烤烟、复烤烟叶、再造烟叶、烘烤过程中烟叶颜色参数、物理指标、化学组成、感官质量等一系列研究。

2.1 烤烟烟叶颜色与生育时期的关系

不同生育时期烟叶颜色与色素成分及含量有关,其中,与叶绿素、叶黄素、类胡萝卜素等相关性较大。烤烟烟叶质体色素含量和颜色参数(H^{*} 除外)随生育进程而降低,不同生育时期烤烟烟叶 L^{*}、H^{*} 差异显著,且 105 d 时的 b^{*}、C^{*} 显著高于其他时间^[12]。武圣江等^[13] 研究发现,不同烤烟烟叶质体色素含量与颜色参数明显相关,其中质体色素含量与 L^{*}、a^{*} 相关性较大。与烤烟烟叶叶绿素含量相比,类胡萝卜素含量与颜色参数相关性更好。景延秋等^[14] 研究发现,在烤烟旺长期和成熟期喷施柠檬酸 + 柠檬酸钠或喷施苹果酸 + 苹果酸钠,烟叶颜色参数中的 L^{*}、b^{*}、C^{*} 均相对较高。

2.2 烤烟烟叶颜色与成熟度的关系

烟叶颜色参数与烟叶成熟度存在极大的相关性。不同成熟度烟叶烘烤过程中正反面颜色变化趋于一致,烟叶颜色参数与色素含量显著相关。烟叶颜色参数差异显著,可以作为辅助指标用于判断烟叶成熟度^[15-16]。下、中、上 3 个部位中,随着鲜烟叶成熟度的提高,烟叶颜色逐渐由绿向黄绿色转变,L^{*}、a^{*}、b^{*} 颜色值均呈升高趋势,且与色素含量有较大相关性。明确不同部位适熟、欠熟和过熟鲜烟叶的颜色值范围,依据鲜烟叶颜色值建立鲜烟叶成熟度判别方程,可以提高鲜烟叶采收时成熟烟叶的比例^[17-18]。GURU 等^[19] 借助 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型对不同品种烤烟自动收获过程中的烟叶颜色进行分析,认为生烟、熟烟、过熟烟的烟叶颜色参数差异较大,使用 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型可以提高烟叶分级准确性。

2.3 烤烟烟叶颜色在不同部位烟叶上的分布规律

烟叶颜色与部位有关,部位由下而上,烟叶颜色由浅变深。李悦等^[20] 发现烤烟不同部位烟叶的颜色空间分布特征存在一定的规律:不同品种不同部位烟叶颜色参数变化趋势相似;随着部位上升,L^{*} 的均匀度由均匀变为不匀,而 a^{*} 的均匀度由不匀变为尚匀,b^{*} 的均匀度由尚匀变为均匀,再变为尚匀。

2.4 烤烟烟叶颜色在产地和香型上的分布规律

不同产地相同品种的烤烟烟叶颜色值存在一定的区域分布规律。戴泽元等^[21] 通过采用 CIE L^{*}a^{*}b^{*} 颜色模型对不同产地 C3F 等级烤烟进行测色分析,认为在烟叶正面、背面、混合面(多片烟叶正面和反面随机分布)测得的颜色数据在产地上有明显差异。我国烤烟烟叶表面颜色特征按照烟草种植区域分为 4 类,分别是东南烟区、黄淮和北方烟区、四川产区和西南烟区。东南烟区和西南烟区烟叶 a^{*} 较邻近,西南烟区和黄淮及北方烟区烟叶 L^{*} 较邻近,各烟区烟叶表面颜色空间分布基本一致^[22-24]。

L^{*} 最高的为长江中上游烟区的 B2F、X2F 等级烤烟,东南烟区 B2F、X2F 等级烤烟的 L^{*} 较低;a^{*} 最高的为西南烟区的 B2F 等级烤烟;b^{*} 最高的为长江中上游烟区的 B2F、C3F、X2F 等级烤烟和西南烟区的 C3F 等级烤烟,东南烟区的 X2F 等级烤烟的 b^{*} 较低;C^{*} 最高的为长江中上游烟区的 B2F、C3F、X2F 等级烤烟和西南烟区的 C3F 等级烤烟,东南烟区的 C3F、X2F 等级烤烟的 C^{*} 较低。各等级烟叶颜色区域性差异主要由生态条件不同所致,品种对其影响较小^[5,25-26]。

烟叶表面颜色与香型的关系主要表现为颜色值

在不同香型烤烟中的分布规律不同。 a^* 在浓香型、中间香型及清香型烤烟间差异较大。其中,清香型烤烟下部叶 a^* 显著高于浓香型和中间香型烤烟; C^* 在不同香型烤烟间差异不显著; L^* 在中间香型烤烟中最大,其中部叶和上部叶的 L^* 显著高于清香型烤烟。就烤烟香型与颜色值的关系来看, a^* 与 b^* 、 C^* 在浓香型烤烟中均极显著负相关,而其在清香型和中间香型烤烟中的相关性均很小^[27]。

2.5 烤烟烟叶颜色在品种上的差异

不同品种烟叶颜色和色素含量差异显著^[28]。其中,叶绿素含量差异较小,类胡萝卜素和质体色素含量差异较大。贺帆等^[29]对中烟 100 和秦烟 96 烟叶烘烤过程中颜色参数的变化进行研究,认为烘烤过程中秦烟 96 烟叶的 L^* 相对中烟 100 较高,烟叶外观颜色较鲜明;秦烟 96 烟叶色素降解速率落后于中烟 100,但是降解较充分, a^* 、 b^* 较高,烟叶外观橘黄色较浓;秦烟 96 烟叶的 C^* 较高,烟叶外观颜色优于中烟 100,这与烟叶其他颜色指标显示的变化规律相同。

2.6 烤烟烟叶颜色与烟叶质地的关系

烤烟烟叶颜色参数变化与烟叶质地有一定的相关性。颜色参数和质地参数存在较好的相关性,其中回复性与 a^* 负相关,与 H^* 正相关;黏聚性与 L^* 、 b^* 、 C^* 均负相关;硬度和咀嚼性与颜色参数几乎没有相关性^[29]。武圣江等^[30]研究发现,烘烤中烟叶色度各参数差异均极显著,且 a^* 差异显著水平高于 b^* ;烟叶 C^* 的差异比主脉的更显著。烘烤中烟叶颜色参数与硬度、黏聚性、咀嚼性有较高的相关性,是评价烟叶质地变化的可靠性指标。

2.7 烤烟颜色参数与烟叶物理参数及化学成分的关系

2.7.1 烤烟颜色参数与烟叶物理参数的关系 烟叶颜色参数 a^* 与厚度、叶比重中度正相关^[31]; H^* 与厚度、叶质重中度负相关^[31]。利用色差仪测定烤烟烟叶的颜色参数,准确率较高,并与物理指标存在密切的相关性^[31-32]。

2.7.2 烤烟颜色参数与烟叶色素的关系 a^* 与烤烟中类胡萝卜素含量负相关,与叶绿素 a、叶绿素 b 含量显著负相关,与叶黄素、 β -胡萝卜素含量极显著正相关^[32-34]; b^* 、 C^* 与类胡萝卜素含量显著正相关^[32]; L^* 与叶黄素、 β -胡萝卜素含量显著或极显著负相关^[33]; 成熟期烟叶 H^* 与绿色素含量极显著正相关,且相关性随成熟度提高呈下降趋势,绿色素含量与其余颜色参数极显著负相关,随成熟度提高相关性增加; H^* 与黄色素含量相关性随成熟度先升

高后降低。颜色参数 a^* 、 C^* 是反映成熟期绿色素含量的较佳指标, C^* 、 H^* 是反映成熟期黄色素含量的较佳指标^[35]。

2.7.3 烤烟颜色参数与烟叶致香成分的关系 香气成分是评价烟叶及制品感官质量的重要指标,较大程度上表现了其风味和质量,且某些香气成分及其含量与烟叶颜色参数存在一定相关性。关体青等^[36]研究表明,色度与大部分中性香气物质有二次曲线关系,其中色度与 6-甲基-5-庚烯-2-酮、苯乙醛和苯乙醇呈现显著的二次曲线关系。

2.7.4 烤烟颜色参数与烟叶其他化学成分的关系

L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 、 H^* 等与烟叶化学成分显著相关^[37]。 a^* 与烟碱、总氮、蛋白质含量显著正相关,与总糖含量、还原糖含量、糖碱比、糖氮比等显著负相关。其中,烟碱含量对 a^* 的影响最大。 L^* 、 b^* 、 C^* 、 H^* 与烟碱、总氮、蛋白质含量均极显著负相关,与总糖含量、还原糖含量、糖碱比等显著正相关,与氯、淀粉含量等相关不显著。其中,总氮含量对烟叶 L^* 的负作用最大,蛋白质含量对 b^* 、 C^* 的负作用最大,氮碱比、蛋白质含量对 H^* 的影响最大^[38-39]。

L^* 与新绿原酸、4-O-咖啡奎尼酸、绿原酸含量显著或极显著正相关, a^* 与新绿原酸、4-O-咖啡奎尼酸、绿原酸含量负相关,烟叶背面 C^* 与总植物碱显著正相关^[40]。MORTON 等^[41]借助 CIE L*a*b* 颜色模型,采用仪器对烤烟颜色进行分析,利用滤光片末端污渍的强度(滤光色)估计卷烟焦油得率,发现仪器测量的焦油得率与用色度计测得的滤光色的相关性相当强。

2.8 烤烟 CIE L*a*b* 颜色模型在烟叶分级中的应用

利用色度仪测定烟叶的颜色参数,结合非颜色外观参数,对烤烟原料进行分级不失为一种理想的方法^[42]。对非均匀的色度空间而言,在该空间中相同的空间距离在色觉上并不具有相同的视觉差距,因此,势必影响判别的正确率。CIE L*a*b* 颜色模型是一种均匀的颜色模型,在颜色分类效果上优于其他模型^[43]。烤烟烟叶颜色参数与外观质量指标显著或极显著相关, L^* 、 a^* 均与外观质量评价总分呈明显的“ \cap ”形曲线。其中, L^* 为 53~54、 a^* 为 13~15 时,外观评价总分最高。 L^* 与烟叶结构正相关,与油分和部位负相关。 b^* 、 C^* 与烟叶结构、颜色、总分均正相关^[44]。烤烟的级别与烟叶的 L^* 、 a^* 、 b^* 、 H^* 等颜色参数具有一定的关联性,同一部位的 L^* 随着级别的升高而降低, b^* 、 H^* 变化不大, a^* 随着部位不同而有所变化,中部烟整体比上部烟的 a^* 偏

低,成熟度越低 a^* 也越低^[45]。

2.9 烤烟颜色参数与感官质量的关系

烟叶颜色的 L^* 、 a^* 、 H^* 均与香气质量、吃味、刺激性等指标显著相关,其中 L^* 、 a^* 、 H^* 最能反映出香气量、吃味、刺激性评吸指标的品质情况^[38]。按烟叶使用类别来看,吃味型烤烟 a^* 较高, b^* 、 H^* 较低;香味型烟叶 b^* 、 H^* 、 C^* 较高, a^* 偏低;填充型烟叶 a^* 最低, b^* 相对较高。吃味型烤烟的 L^* 、 b^* 、 b^*/a^* 低于香味型烤烟, a^* 高于香味型烤烟。吃味型烤烟与填充型烤烟参数变化规律与香味型烤烟基本一致^[38]。

路晓崇等^[46]以烟叶颜色参数为输入变量,烤烟感官质量指标为输出变量,通过分别构建拓扑结构为 10-12-1 的 BP 神经网络模型对感官质量进行预测评价。结果显示,颜色参数与感官质量指标一致性较好,均服从正态分布,且模拟值与评价值差异较小。其中,杂气与刺激性的模拟值与评价值差异达到显著水平,香气质、透发性等的模拟值与评价值差异均达到极显著水平。模型拟合效果较好,说明烟叶的颜色参数与烟叶的感官质量有较高的相关性。

2.10 烟草加工过程中的颜色变化

2.10.1 烟叶烘烤工序 烟叶烘烤过程中颜色参数变化与温度、烘烤时间、物理参数、淀粉、糖类、蛋白质、氨基酸以及内在色素含量变化具有密切关系^[47]。

2.10.1.1 烘烤条件(温度、时间、风速、湿度等)对颜色参数的影响 烘烤过程中,各部位的烟叶颜色参数变化规律基本一致,烘烤到 42 ℃时烟叶颜色变化最明显,42 ℃后变化幅度变小。烟叶正面与背面色差从鲜烟叶至 42 ℃变大,在 54 ℃稳温结束时变小^[48-52]。烘烤过程中, a^* 随着时间的延长而升高,主脉 a^* 在 54 ℃时明显升高, H^* 随着稳温时间的延长而降低。在 38 ℃稳温 24 h,在 42 ℃稳温 16 h,在 47 ℃稳温 20 h,在 54 ℃稳温 16 h,烟叶内色素降解更加完全,烟叶色度增强^[20]。干筋期随着风速增加, L^* 和正反面 ΔL^* (亮度差)增大,烟叶颜色偏亮黄。随着相对湿度的增加, L^* 和正反面 ΔL^* 减小,而 a^* 、 b^* 、 C^* 逐渐增大,烟叶颜色偏橘黄。随着干球温度的升高,烟叶 a^* 增大,颜色偏红棕^[2,53]。

2.10.1.2 烘烤过程中烟叶颜色变化规律 烘烤过程中,烟叶主脉颜色参数变化速度较其余部分缓慢。烘烤过程中,烟叶正面和主脉 a^* 与烟叶的收缩率、卷曲率、含水率指标显著相关。烟叶背面 L^* 与收缩率、纵向卷曲率显著相关,烟叶正面 L^* 与厚度收缩

率显著相关。主脉 b^* 与横向卷曲率、含水率指标显著相关^[54]。随成熟度提高,烟叶正、背面颜色参数 L^* 、 b^* 、 C^* 呈不断增大趋势, a^* 先增大后减小,然后再增大, H^* 呈不断减小趋势。不同成熟度鲜烟叶的烘烤特性不同,随成熟度提高,烟叶易烤性越来越好,但耐烤性变差^[55]。

2.10.1.3 烘烤过程中烟叶成分与颜色参数的关系

烟叶还原糖含量与 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 均显著正相关,与 H^* 显著负相关^[48]。烘烤过程中,淀粉、蛋白质含量与颜色参数的变化也存在较高的相关性^[51]。

2.10.1.4 烘烤过程中烟叶颜色参数与色素含量的关系

烘烤过程中,中部烟叶和下部烟叶叶绿素 a 含量、中部烟叶叶绿素 b 含量均与 b^* 、 C^* 显著相关,与 a^* 、 H^* 极显著相关;上部烟叶叶绿素含量与 a^* 、 H^* 极显著相关;上部烟叶和下部烟叶类胡萝卜素含量与 a^* 显著负相关;中部烟叶类胡萝卜素含量与 a^* 、 L^* 显著负相关;各部位烟叶类胡萝卜素含量与 H^* 均显著正相关^[4,48,50]。

2.10.1.5 普通烤房与密集烤房烟叶颜色的差异

烘烤过程中,普通烤房与密集烤房烟叶颜色参数变化类似,但密集烤房烟叶 L^* 相对较高。烟叶定色之前,各烟叶 a^* 、 b^* 差异不明显。定色后期,普通烤房烟叶反面 a^* 和正、反面 b^* 略小于密集烤房^[56]。

2.10.1.6 复烤成品片烟匀质化加工和质量稳定性控制 色差能够较好地反映烟叶原料的内在质量,借助烟叶颜色指标可以评价复烤成品片烟质量稳定性。王跃昆等^[57]利用色差仪测定云烟 87BBSF 复烤片烟颜色数据,分析 L^* 、 a^* 、 b^* 均值、极差和片烟混合均匀度,认为片烟色差数据呈正态分布,色差法与化学法判断的片烟混合均匀度有较高的一致性。

2.10.2 制丝工序 卷烟烟丝色泽的影响因素主要包括烟叶原料色泽、制丝加工处理工艺。采用 1 周期真回潮处理的烟叶,相对 2 周期真回潮处理的烟叶而言,色泽较好。真回潮处理过程中,提高蒸汽温度,延长保温时间和回抽时间,均会导致烟叶色泽变差。片烟回潮或加料后,随着储存环境温湿度的升高、贮存时间的增加,烟叶 L^* 下降,色差增大,色泽变差。随着烟丝加工强度的增大,烟丝颜色逐渐变深,同时烟叶中黄色素、多酚类物质等的含量逐渐降低。滚筒干燥强度变化对叶丝的色泽影响较小,随着切丝时烟叶含水率和刀门压力的增大,切后叶丝 L^* 下降,色差变大,色泽变差^[58-59]。

2.11 CIE $L^*a^*b^*$ 颜色模型在烟用材料中的应用

CIE $L^*a^*b^*$ 颜色模型及色差仪已应用于烟包、彩色卷烟纸、烟用镀铝纸以及接装纸的研发、生产、检

测等环节,以提高产品质量稳定性和生产适用性^[60]。杨绍文等^[61]运用CIE L*a*b*颜色模型辅助棕色卷烟纸研发,选择色差变化较小的配方和工艺条件,发现时间、碱金属有机酸盐、温度对色度稳定性的影响较小。沈世豪等^[62]对烟用接装纸摩擦-色差测定法进行研究,认为摩擦机制与实际生产过程相似,定量定性分析结果准确可靠,方法快捷高效,是一种对接装纸印刷层的抗摩擦性能可靠的检测方法。

2.12 CIE L*a*b*颜色模型在再造烟叶中的应用

造纸法再造烟叶生产过程中,由于烟草原料、涂布率、回水、填料用量等因素的影响,导致再造烟叶颜色存在差异。CIE L*a*b*颜色模型能较好地反映再造烟叶颜色质量,重现性好,可用于再造烟叶颜色指标检测^[63]。余振华等^[64]研究发现,含水率对L*检测结果影响较明显,L*波动幅度大于a*、b*,同批次间L*的差异小于不同批次间。胡念武等^[65]对再造烟叶产品的L*、a*、b*等颜色参数进行检测,认为部分颜色参数与感官质量相关,通过建立相应的颜色参数中心值和波动范围并加以控制,能够提高再造烟叶产品的质量稳定性。彭琛等^[66]认为再造烟叶产品外观颜色色差随储存时间的延长而升高。

3 CIE L*a*b*颜色模型在烟草中的应用展望

目前烤烟烟叶颜色测量大多处在试验阶段,实际应用中还没有形成成熟稳定的系统。因此,将CIE L*a*b*颜色模型应用到烟叶分级、烟叶采购标准评价、配打烟叶质量控制等生产过程中,对烟草行业的发展具有重要意义,但这需要在品种、年份、地域、分组分级、分析方法、算法等方面进行持续验证和实践。

3.1 烤烟分组分级辅助评价

CIE L*a*b*颜色模型颜色参数与烟叶分组分级时成熟度、烟叶结构、油分、色度等品级要素相关性较大,因此,可将基于CIE L*a*b*颜色模型的测色技术引入烤烟分组分级,以提高烟叶分组分级的准确率和工作效率。

3.2 烟叶采购标准辅助评价

烟草工商企业对烟叶原收原调时,尤其是烟站(点)采购烟叶把烟原料时,利用基于CIE L*a*b*颜色模型的测色技术辅助控制原料采购标准,有助于减少因个人经验、环境变化带来的不稳定性,提高原料采购工作效率,提升原料质量稳定性。尤其是各

烟区、小产区对具体品种等级把烟采购时,可保障具体烟区、小产区、小等级烟叶把烟原料质量稳定。

3.3 打叶复烤原料及复烤成品质量控制

工业配打烟叶原料的稳定性直接影响卷烟产品感官质量的稳定,复烤烟叶配打在批次内、批次间,尤其是年度间质量存在不稳定因素。因此,借助基于CIE L*a*b*颜色模型的测色技术,确定单一把烟原料等级的颜色参数要求及控制范围,辅助控制配打烟叶配方构成,可极大地提高工业配打原料的稳定性,进而保障卷烟产品质量稳定。

参考文献:

- [1] 刘新民.颜色量化分析在烤烟品质评价中的应用研究[D].北京:中国农业科学院,2004.
- [2] 魏硕,谭方利,高娅北,等.基于Weibull函数的烤烟干筋期干燥动力学及颜色分析[J].南方农业学报,2018,49(2):333-339.
- [3] 李峰,谭方利,贺帆,等.基于CIE颜色空间构建烤烟外观质量预测模型[J].河南农业科学,2018,47(8):149-154.
- [4] 李生栋,谭方利,黎妍妍,等.不同素质烟叶烘烤过程中颜色值与色素含量的关系[J].南方农业学报,2016,47(9):1570-1575.
- [5] 王改丽,甄焕菊,郑宪滨,等.烤烟X2F等级烟叶表面颜色区域特征量化分析[J].山西农业科学,2017,45(6):932-936.
- [6] 董振礼.测色与计算机配色[M].3版.北京:中国纺织出版社,2017.
- [7] YAM K L, PAPADAKIS S E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces [J]. Journal of Food Engineering, 2004, 61(1):137-142.
- [8] LUO M R, CUI G, RIGG B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000 [J]. Color Research and Application, 2001, 26(5):340-350.
- [9] CIE. CIE technical report: Colorimetry[S]. Vienna: Commission Internationale de l' Eclairage(CIE), 2004.
- [10] NIELSEN S S. Food analysis[M]. 4th ed. New York: Springer Science & Business Media, 2010:35-40.
- [11] 李振华,陈尧,叶定勇,等.基于CIELAB颜色空间判别烤烟种子发育阶段与活力变化[J].中国烟草科学,2015,36(4):24-28.
- [12] CHEN J, FUNNELLA K A, LEWIS D H, et al. Relationship between changes in color and pigment content during spathe greening of Zantedeschia 'Best Gold' [J]. Post-harvest Biology and Technology, 2012, 67:124-129.
- [13] 武圣江,张长云,郭亮,等.贵州烤烟色素含量和颜色值随生育期的变化及其相关性[J].中国烟草科学,2014,3(4):64-69.

- [14] 景延秋,张豹林,王卫峰,等. 喷施有机酸对烟叶颜色特征值和类胡萝卜素及其降解产物的影响 [J]. 甘肃农业大学学报,2015,6(5):75-80,87.
- [15] 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.
- [16] 王涛,吴彪,刘睿添,等. 密集烘烤关键温度点稳温时间对烟叶颜色和色素降解的影响 [J]. 作物研究,2014,18(4):388-394.
- [17] 高宪辉,王松峰,孙帅帅,等. 鲜烟成熟度颜色值指标及其判别函数研究 [J]. 中国烟草学报,2017,23(1):77-85.
- [18] 张军刚,王永利,吕国新,等. 烤烟成熟过程中鲜烟颜色值与色素含量变化及相关分析 [J]. 中国烟草科学,2014,9(1):54-60.
- [19] GURU D S, MALLIKARJUNA P B, MANJUNATH S, et al. Machine vision based classification of tobacco leaves for automatic harvesting [J]. Intelligent Automation & Soft Computing, 2012, 18(5): 581-590.
- [20] 李悦,符云鹏,甄焕菊,等. 烤烟烟叶颜色值和外观颜色变化分析 [J]. 中国烟草科学,2017,38(1):78-84.
- [21] 戴泽元,余苓,任伟,等. 基于计算机图像获取不同产区复烤片烟颜色的探索 [J]. 计算机与应用化学,2014,31(10):1267-1270.
- [22] 董高峰,杨威,张强,等. 昭通烟区烤烟表面颜色特征分析 [J]. 江苏农业科学,2014,4(11):353-355.
- [23] 魏春阳,李锋,祁萌,等. 基于分光光谱仪测量的不同产区烤烟表面颜色分析 [J]. 烟草科技,2011(4):67-73.
- [24] HAN L. Recognition of the part of growth of flue-cured tobacco leaves based on support vector machine [C]// World Congress on Intelligent Control and Automation. New York: IEEE, 2008:3624-3627.
- [25] 王改丽,于建军,郑宪滨,等. 烤烟 B2F 等级烟叶表面颜色区域性差异分析 [J]. 山东农业科学,2017,49(4):15-20.
- [26] Wang G, ZHEN H, LI Y, et al. Quantitative and clustering analysis on surface color regional characteristics of C3F grade Flue-Cured tobacco leaves [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2017, 49(6): 21-25.
- [27] 王改丽,郑宪滨,于建军,等. 不同香型烤烟表面颜色特征分析 [J]. 山东农业科学,2017,49(7):34-37.
- [28] 景延秋,张豹林,李广良,等. 不同品种烤烟表面颜色量化与质体色素的关系研究 [J]. 河南农业大学学报,2014,48(6):689-694.
- [29] 贺帆,王涛,武圣江,等. 密集烘烤烤烟不同品种烟叶质地和颜色变化 [J]. 核农学报, 2014, 28 (6): 1647-1655.
- [30] 武圣江,周义和,宋朝鹏,等. 密集烘烤过程中烤烟上部叶质地和色度变化研究 [J]. 中国烟草学报,2010,16(5):72-77.
- [31] 王浩雅,王理珉,张强,等. 烟叶颜色指标与其他物理指标的相关研究 [J]. 广东农业科学,2011,38(11):41-44.
- [32] PENG X H, YI J H, ZHOU Q M, et al. Research on differences of color and luster, chemical components and their relationship between differently-graded flue-cured tobacco from identical part of tobacco plants [J]. Journal of Hunan Agricultural University, 2008, 1(1):39-43.
- [33] 过伟民,魏春阳,张艳玲,等. 烤烟表面颜色的量化及其与胡萝卜素类物质的关系 [J]. 烟草科技,2012(1):62-68.
- [34] 梁太波,张艳玲,尹启生,等. 山东烤烟烟叶颜色量化分析及与多酚和类胡萝卜素含量的关系 [J]. 烟草科技,2012(4):67-71.
- [35] 孙谋,武劲草,路晓崇,等. 烤烟成熟期质体色素含量和颜色值的变化 [J]. 西南农业学报,2017,30(6):1315-1319.
- [36] 关体青,安毅,徐丽霞,等. 西南烟区烤烟色度与中性香气成分含量关系 [J]. 江西农业学报,2012,24(3):141-143,147.
- [37] 梁洪波,李念胜,元建,等. 烤烟烟叶颜色与内在品质的关系 [J]. 中国烟草科学,2002,23(1):9-11.
- [38] 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):14-18.
- [39] ZHANG C Y, ZHOU S P, TIAN X X, et al. Analysis on relationship between color and chemical components in flue-cured tobacco leaves [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2007, 38(6): 621-624.
- [40] 李青山,矫海楠,王传义,等. 烟叶正背面颜色参数与色素和主要化学成分的关系研究 [J]. 江苏农业科学,2016,44(8):332-336.
- [41] MORTON M J, WILLIAMS D L, HJORTH H B, et al. Machine-smoking studies of cigarette filter color to estimate tar yield by visual assessment and through the use of a colorimeter [J]. Regulatory Toxicology & Pharmacology Rtp, 2010, 56(3):321-331.
- [42] SURULIANDI A, RAMAR K. Local texture patterns: A univariate texture model for classification of images [C]// International Conference on Advanced Computing & Communications. New York: IEEE, 2009:32-39.
- [43] 章春娥,魏扬帆,王岩松. 烟叶自动图像分级技术研究综述 [J]. 中国烟草科学,2014,7(4):103-108.
- [44] 李悦,符云鹏,甄焕菊,等. 烤后烟叶表面颜色特征参数及其与外观质量指标的关系 [J]. 河南农业大学学报,2017,51(1):1-7.
- [45] 段玉林,宋刚,周红尖,等. 颜色分析在烤烟分级中的

- 应用[J].洛阳理工学院学报(自然科学版),2013,23(4):5-7.
- [46] 路晓崇,李昊,苏家恩,等.基于烤烟颜色特征构建烤烟感官质量预测模型[J].河南农业大学学报,2016,3(4):500-505.
- [47] GUO W M,WEI C Y,ZHANG Y L,*et al*. Quantitation of surface color of flue-cured tobacco leaves and its relationship with carotenoid[J]. Tobacco Science & Technology,2012,1(1):62-68.
- [48] 霍开玲,张勇刚,樊军辉,等.密集烘烤中烤烟颜色变化及其与主要成分的关系研究[J].湖南农业科学,2011,5(9):115-119.
- [49] 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.
- [50] 裴晓东,王涛,李帆,等.密集烘烤过程中烤烟上部叶颜色参数与主要化学成分变化[J].华北农学报,2012,27(1):218-222.
- [51] 王超,贾健,胡战军,等.基于烘烤过程中烟叶颜色值变化的K326烘烤工艺[J].湖北农业科学,2014,53(4):830-833.
- [52] ZHANG H,JIANG X,CHEN S. Intelligent tobacco curing control based on color recognition [J]. Research Journal of Applied Sciences Engineering & Technology, 2013,5(8):2509-2513.
- [53] 宋朝鹏,路晓崇,裴晓东,等.烘烤过程中烘烤环境对烤烟外观特征的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(4):71-78.
- [54] 谢鹏飞,邓小华,周清明,等.密集烘烤过程中烟叶颜色、形态和水分变化及相互关系[J].作物研究,2012,26(5):486-490.
- [55] 张玉琴,李青山,王传义,等.烤烟烟叶成熟过程中的颜色参数与烘烤特性研究[J].西南农业学报,2018,31(1):62-67.
- [56] 詹军,周芳芳,张晓龙,等.密集烤房与普通烤房烘烤过程中环境和烟叶颜色的变化[J].河南农业大学学报,2015,49(1):17-21.
- [57] 王跃昆,龙明海,何邦华,等.打叶复烤成品片烟质量稳定性的色差法评价[J].烟草科技,2013(12):9-13.
- [58] 李滟芳,李辉,毛多斌,等.真空回潮工序对卷烟产品烟丝颜色及内在品质的影响[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2011,26(5):92-95.
- [59] 丁美宙,苏东瀛,马宇平,等.制丝重点工序工艺参数对卷烟在制品色泽的影响[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2015,1(2):42-47,59.
- [60] 刘鹏程,陈奉亮.色差仪在烟包印刷中的应用[J].印刷技术,2013,2(16):32-33.
- [61] 杨绍文,黄海群,罗丽莉.棕色卷烟纸的研发及应用[J].烟草科技,2009(5):5-9.
- [62] 沈世豪,傅靖刚,谢焰,等.烟用接装纸印刷层耐摩擦性能的摩擦-色差测定法研究[J].中国烟草学报,2014,20(1):32-34.
- [63] 赖炜扬,李跃锋,林凯,等.造纸法再造烟叶颜色控制[J].湖北农业科学,2014,53(15):3571-3574.
- [64] 余振华,武怡,曾晓鹰.造纸法再造烟叶颜色的定量分析[J].烟草科技,2009(11):11-14.
- [65] 胡念武,晏群山,刘雄斌.再造烟叶产品颜色稳定性分析及控制措施[J].纸和造纸,2016,35(12):18-21.
- [66] 彭琛,王晓园,金保锋,等.造纸法再造烟叶储存过程品质变化研究[J].中国农学通报,2016,32(27):181-186.