昆明学院学报　2017, 39(3):21~25　ISSN 1674-5639　CN 53-1211/G4
Journal of Kunming University

泸州烟区烤烟外观质量对力学特性的影响

罗定棋[1],陈二龙[2*],顾　勇[1],武劲草[2],赵锦超[1],张永辉[1],夏建华[1],谢　强[1],张明金[1],周　林[1]
(1.四川省烟草公司 泸州市公司,四川 泸州 646600;2.河南农业大学 烟草学院,河南 郑州 450002)

摘要:为探索烤烟外观质量对力学特性的影响,在四川泸州云烟87烟区采集C3F和C4F样品112个,分析其外观质量及其对烤烟力学特性的影响.相关分析表明,各项外观质量指标(除身份与拉力、色度与硬度、色度与剪切力外)均与力学特性呈显著相关性.通径分析表明,成熟度对拉力,叶片结构对硬度、咀嚼性和剪切力,油分对粘聚性、回复力的力学特性贡献最大.因此,成熟度、叶片结构和油分是影响该植烟区初烤烟叶力学特性的主要外观质量指标.

关键词:烤烟;外观质量;力学特性;通径分析
中图分类号:S572　**文献标识码:**A　**文章编号:**1674-5639(2017)03-0021-05
DOI:10.14091/j.cnki.kmxyxb.2017.03.006

Effect of Appearance Quality on Mechanical Property about Flue-cured Tobacco in Luzhou of Sichuan

LUO Dingqi[1], CHEN Erlong[2*], GU Yong[1], WU Jincao[2], ZHAO Jinchao[1], ZHANG Yonghui[1], XIA Jianhua[1], XIE Qiang[1], ZHANG Mingjin[1], ZHOU Lin[1]
(1. Luzhou Branch Company, Sichuan Provincial Tobacco Company, Luzhou, Sichuan, China　646000;
2. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan, China　450002)

Abstract: To find out the effect of appearance quality on its mechanical property, 112 samples of flue-cured tobacco leaves (C3F and C4F) were collected in Luzhou, Sichuan province. The appearance quality and mechanical property were analyzed. The results showed as follows. The appearance quality indexes (except the identity and tension, color and hardness, and color and shear force) were all significantly correlated with the mechanical properties. The path analysis showed that there is the biggest contribution in mechanical property in maturity to tensile, the tobacco leaves' structure to hardness, chewiness, shear force, oil to cohesiveness, resilience. So maturity, structure and oil were the most important appearance parameters for mechanical property of tobacco leaves in this area.
Key words: flue-cured tobacco; appearance quality; mechanical property; path analysis

烤烟外观质量是内在质量的外部反映[1],其既是烤烟质量评价的重要因素[2],也是工业企业选用原料的主要依据[3].而烤烟的力学特性决定着烟叶的耐加工性[4],从而影响烟叶的工业可用性.以往的研究多为烤烟外观质量与评吸质量[1]、化学成分[2]、物理指标[5]的关系等方面,而关于烤烟力学特性的研究则主要集中在烘烤过程中烟叶质地的变化[6-9]、烤烟力学特性与含水率的关系[4]、再造烟叶的力学特性[10-11]、烤烟粘聚性测定方法的优化[12]等方面,鲜有关于烤烟外观质量对力学特性指标的影响研究的报道.本研究以四川泸州烤烟为研究对象,对其外观质量评价指标与力学特性指标进行简单相关分析和通径分析,以明确二者之间的关联性,旨在为通过烤烟外观质量判断其耐加工性提供理论基础,以及为工业企业采购提供技术支撑.

收稿日期:2016-12-23
项目基金:四川省烟草公司泸州市公司资助项目"烤烟上部叶采烤技术优化与推广应用"(2015TS10).
作者简介:罗定棋(1969—),男,四川泸州人,高级农艺师,主要从事烤烟栽培、调制与技术推广研究.
*通讯作者:陈二龙(1992—),男,河南商丘人,在读硕士,主要从事烟草调制加工研究,E-mail:1150532321@qq.com.

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究抽取四川泸州古蔺、叙永烤烟种植区域于 2016 年生产的云烟 87 中桔三(C3F)、中桔四(C4F)等级的 112 个烟叶样品作为试验研究对象.

1.2 试验方法

1.2.1 外观质量评价

由四川中烟技术中心专职评级人员按照 GB 2635—92[13]烤烟分级标准对试验样品进行外观质量评价[14-15]. 根据烟叶样品的实际情况,分别对烟叶样品的颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分和色度进行评分.

1.2.2 力学特性测定

烤烟的力学特性采用 TA-XT2i 型质构测试仪(英国 Stable Micro System 公司)进行测定,质构特性指标包括硬度、粘聚性、咀嚼性和回复性 4 项指标. 试验参数设置参照文献[16]的方法,拉力与剪切力的测定采用文献[17]的方法.

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel2010,SPSS16.0 和 DPS7.05 进行分析.

2 结果与分析

2.1 描述性统计

由表 1 可知,样品间的烤烟外观质量与力学特性存在差异,其中颜色、油分、剪切力的变异系数较小;而回复性、拉力的变异系数较大,稳定性较差. 除叶片结构、咀嚼性的偏度较大外,其余指标的偏度值均较小,基本符合正态分布. 泸州烤烟的颜色、成熟度、叶片结构与身份的均值较高,但油分与色度的均值较低. 综合来看,烤烟样品的外观质量与力学特性均服从正态分布,表明数据的稳定性较好,具有较好的统计学意义.

表 1 烤烟外观质量与力学特性的描述统计分析

评价指标		观测数	平均值	标准差	偏度	峰度	变异系数 *CV*/%
外观质量	颜色	112	7.73	0.71	-0.58	-0.23	9.19
	成熟度	112	7.86	0.87	-1.10	0.96	11.07
	叶片结构	112	7.79	1.39	-1.29	1.05	17.85
	身份	112	7.49	1.41	-0.21	-1.38	18.76
	油分	112	6.57	0.62	-0.09	0.43	9.38
	色度	112	6.49	0.86	-0.20	0.29	13.24
力学特性	硬度/N	112	138.48	17.58	1.12	0.79	12.70
	粘聚性	112	0.80	0.13	-0.38	-0.65	16.30
	咀嚼性/N	112	115.77	15.40	1.37	1.01	13.30
	回复性	112	0.21	0.05	-0.21	-0.06	25.04
	拉力/N	112	1.94	0.64	-0.21	-1.15	32.81
	剪切力/N	112	40.57	3.72	0.73	0.55	9.11

注:变异系数 *CV* = (标准差/平均值) × 100%.

2.2 简单相关分析

由表 2 可知,烤烟的外观质量中颜色、成熟度、叶片结构以及油分与力学特性指标的相关性均达到极显著水平;而身份除与拉力的相关性不显著外,与其他力学指标的相关性也均达到了极显著水平;与其他外观质量相比,色度与力学指标的相关性相对较小,其中与硬度和剪切力的相关性不显著,但与其他指标均达到了显著或极显著水平. 再者,各外观质量指标与硬度、咀嚼性以及剪切力 3 个指标均有较显著的负相关,而与粘聚性、回复性以及拉力有较显著的正相关. 总体而言,烤烟的外观质量对烟叶的力学特性有较大的影响.

表 2 烟叶外观质量与力学特性的相关性

评价指标	硬度/N	粘聚性	咀嚼性/N	回复性	拉力/N	剪切力/N
颜色	-0.464**	0.551**	-0.458**	0.540**	0.726**	-0.377**
成熟度	-0.641**	0.566**	-0.624**	0.544**	0.818**	-0.571**
叶片结构	-0.944**	0.533**	-0.978**	0.532**	0.499**	-0.939**
身份	-0.631**	0.492**	-0.635**	0.486**	0.243	-0.573**
油分	-0.534**	0.985**	-0.524**	0.997**	0.588**	-0.382**
色度	-0.260	0.520**	-0.308*	0.513**	0.574**	-0.117

注:* 表示 0.05 显著水平;** 表示 0.01 极显著水平.

2.3　通径分析

虽然简单相关分析笼统的评定了烤烟外观质量评价指标与力学特性指标间关系的密切程度,但并未反映烤烟外观质量评价指标间的关系及对力学特性指标结果的贡献度[18]. 因此,尚需进行通径分析. 由表 3 可知,叶片结构与硬度、咀嚼性以及剪切力的直接通径系数分别为 -0.922, -0.979 和 -0.955. 再者,其他外观质量指标通过叶片结构对硬度、咀嚼性以及剪切力 3 个力学指标的间接通径系数也相对较大[19-20],表明叶片结构的得分越高,烟叶的硬度越低,咀嚼性与剪切力越小,柔软性越好,这说明叶片结构是影响烟叶硬度、咀嚼性以及剪切力变化的主导因素. 油分对烟叶粘聚性与回复性的直接通径系数在各外观质量中最大,分别达到 0.959 与 0.993,而其他外观质量指标对粘聚性与回复性的直接影响相对较小,且通过叶片结构对粘聚性与回复性影响的间接通径系数也相对较大,表明油分对烟叶粘聚性与回复性有较大影响. 在各外观质量指标中成熟度对拉力的影响最大,直接通径系数达到 0.537,随着成熟度的提高,烟叶的拉力增加,加工过程中造碎几率降低,可用性增加;且其他指标通过成熟度对拉力影响的间接通径系数较大,表明成熟度是影响烟叶拉力变化的主导因素.

表 3　烤烟外观质量与力学特性的通径分析

评价指标		颜色	成熟度	叶片结构	身份	油分	色度
硬度/N	颜色	-0.014	-0.028	-0.435	0.002	-0.004	0.014
	成熟度	-0.012	-0.034	-0.605	0.002	-0.004	0.011
	叶片结构	-0.006	-0.021	-0.922	0.003	-0.003	0.005
	身份	-0.006	-0.012	-0.622	0.005	-0.003	0.007
	油分	-0.008	-0.018	-0.515	0.003	-0.007	0.010
	色度	-0.010	-0.019	-0.249	0.002	-0.003	0.020
粘聚性	颜色	-0.023	0.070	-0.014	0.009	0.511	-0.002
	成熟度	-0.019	0.086	-0.019	0.007	0.513	-0.001
	叶片结构	-0.010	0.054	-0.031	0.013	0.508	-0.001
	身份	-0.010	0.029	-0.020	0.021	0.473	-0.001
	油分	-0.012	0.046	-0.016	0.010	0.959	-0.001
	色度	-0.017	0.049	-0.008	0.007	0.491	-0.002
咀嚼性/N	颜色	0.051	-0.010	-0.439	-0.003	0.015	-0.073
	成熟度	0.042	-0.012	-0.610	-0.002	0.015	-0.057
	叶片结构	0.023	-0.008	-0.979	-0.004	0.015	-0.026
	身份	0.023	-0.004	-0.627	-0.006	0.014	-0.035
	油分	0.027	-0.006	-0.519	-0.003	0.028	-0.051
	色度	0.037	-0.007	-0.250	-0.002	0.014	-0.100
回复性	颜色	0.011	0.007	0.002	-0.006	0.529	-0.004
	成熟度	0.009	0.009	0.003	-0.004	0.531	-0.003
	叶片结构	0.005	0.006	0.005	-0.008	0.526	-0.001
	身份	0.005	0.003	0.003	-0.013	0.490	-0.002
	油分	0.006	0.005	0.003	-0.006	0.993	-0.003
	色度	0.008	0.005	0.001	-0.005	0.509	-0.005
拉力/N	颜色	0.156	0.438	0.037	-0.092	0.123	0.065
	成熟度	0.127	0.537	0.051	-0.071	0.123	0.050
	叶片结构	0.070	0.335	0.082	-0.133	0.122	0.023
	身份	0.070	0.184	0.053	-0.208	0.114	0.031
	油分	0.083	0.287	0.044	-0.102	0.231	0.046
	色度	0.114	0.304	0.021	-0.072	0.118	0.089
剪切力/N	颜色	-0.055	-0.064	-0.428	-0.013	0.069	0.113
	成熟度	-0.045	-0.079	-0.595	-0.010	0.069	0.088
	叶片结构	-0.025	-0.049	-0.955	-0.019	0.069	0.040
	身份	-0.024	-0.027	-0.611	-0.029	0.064	0.054
	油分	-0.029	-0.042	-0.506	-0.014	0.130	0.080
	色度	-0.040	-0.045	-0.244	-0.010	0.067	0.156

注:划横线的数据为直接通径系数,其余为间接通径系数.

3 讨论

硬度是烟叶样品达到一定变形时所需要的力[21],咀嚼性则代表了烟叶对咀嚼的持续抵抗性,而剪切力是烟叶在一定水分条件下抵抗剪切的能力[22],三者综合代表了烟叶的组织强度,与 6 项外观质量指标均呈负相关,且相关性除色度指标外均达到了极显著水平;再者,研究表明烤烟的叶片结构与硬度、咀嚼性、剪切力的直接通径系数在所有外观质量指标中均最大,且为负值,表明烟叶的叶片结构越疏松,烟叶的硬度、咀嚼性、剪切力越低,这与薛超群等[23]的研究结果:随着烟叶部位的上升,烟叶在加工过程中的出丝率越低,可用性降低相符. 其原因可能是由于烟叶生长部位越往上,烟叶细胞排列紧密,叶片结构致密,其硬度、咀嚼性、剪切力增强所致.

烟叶粘聚性是样品抵抗破碎并紧密相连使其保持完整的能力[24],烟叶油分则是烟叶组织细胞内含有的一种柔软液体或半液体物质. 本研究表明,随着烤烟油分的增多,烟叶粘聚性增强,其原因可能是随着烟叶油分的增加,附着于烟叶表面的能力[4]升高,粘聚性也随之升高,这与张玉海等[12]研究结果相符. 回复性反映烟叶快速恢复形变的能力[25]. 烤烟油分对回复性的影响最大,随着烟叶油分的增加烤烟的回复性逐渐增强. 这主要是由于油分增加,烟叶组织的柔软度增加,弹性增强[26],进而使得回复性增强.

成熟度对烟叶拉力的影响最大,直接通径系数为0.537,这与贾琪光等[27]研究结果一致. 烤烟成熟度作为衡量烟叶质量的第一要素[28],是各项评价指标的综合表现. 成熟度好的烟叶拉力较大,烟叶的柔韧性越好[29];再者,身份和油分与拉力的直接通径系数分别达到 -0.208 与 0.231. 由此可知,油分与身份对烟叶的拉力也有较大影响,这与赵献章等[30]研究结果相一致.

4 结论

烟叶不同的外观质量指标对烟叶的力学特性有不同程度的影响,各项外观质量指标均与硬度、咀嚼性、剪切力等 3 项指标有较大的负相关,而与粘聚性、回复性以及拉力有较大的正相关. 其中叶片结构与硬度、咀嚼性、剪切力的直接通径系数最大,油分与粘聚性、回复性的直接通径系数在各指标中均为最大,而成熟度对拉力的影响作用最大. 此外,在试验范围内烤烟的叶片结构疏松、成熟度好且油分多的烟叶耐加工性最好. 虽然本研究在一定程度上了解到烟叶外观质量对力学特性的重要影响,但目前仅对泸州的云烟 87 进行了研究,而关于不同品种以及不同生态条件下烟叶外观质量对力学特性的影响还需进一步的研究.

[参考文献]

[1]魏春阳,罗朝鹏,李锋,等. 初烤烟叶主要外观性状与评吸质量的灰色关联分析[J]. 烟草科技,2010(10):48-51.

[2]陈庆园,陈雪,袁有波. 初烤烟叶外观质量与主要化学成分关系的研究[J]. 中国烟草科学,2008,29(1):30-32.

[3]王建伟,刘海轮,段卫东,等. 环秦岭植烟区烟叶主要化学成分特征及其与评吸质量的关系[J]. 烟草科技,2016,49(2):7-13.

[4]张玉海,邓国栋,冯春珍,等. 含水率对烟叶力学特性的影响[J]. 烟草科技,2013(1):10-12,24.

[5]付秋娟,张忠锋,窦家宇,等. 烤烟物理特性与常规化学成分及外观质量的关系[J]. 中国烟草科学,2014,35(1):117-122.

[6]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(9):1647-1655.

[7]武圣江,宋朝鹏,贺帆,等. 密集烘烤过程中烟叶生理指标和物理特性及细胞超微结构变化[J]. 中国农业科学,2011,44(1):125-132.

[8]武圣江. 烤烟密集烘烤过程中烟叶生理和物理特性及细胞超微结构变化[D]. 郑州:河南农业大学,2011.

[9]宋朝鹏. 烤烟烟叶成熟和烘烤过程中色素变化特征及其机理研究[D]. 南京:南京农业大学,2010.

[10]张玉海,常纪恒,邓国栋,等. 造纸法再造烟叶剪切力分析[J]. 烟草科技,2013(11):8-10.

[11]张玉海,席年生,王岩,等. 造纸法再造烟叶与烟叶部分物理特性指标的对比分析[J]. 烟草科技,2015,48(8):72-75,87.

[12]张玉海,王信民,邓国栋,等. 质构仪法测定烟叶的粘附力[J]. 烟草科技,2011(11):5-9.

[13]国家烟草专卖局. 烤烟:GB 2635—1992[S]. 北京:中国标准出版社,1992.

[14]吴殿信,袁志永,闫克玉,等. 烤烟各等级烟叶质量指数的确定[J]. 烟草科技,2001(12):9-15.

[15]范杰. 安徽省主产烟区烤烟外观质量与主要化学成分分析[D]. 北京:中国农业科学院,2012.

[16]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.
[17]宋朝鹏,宫长荣,武圣江,等. 密集烘烤过程中烤烟细胞生理和质地变化[J]. 作物学报,2010,36(11):1967 - 1973.
[18]于建军,董高峰,杨寒文,等. 四川会理烟区烤烟矿质元素含量与评吸结果的关系分析[J]. 中国烟草学报,2009,15(6):36 - 40.
[19]王淑芳,王效科,欧阳志云. 环境因素对密云水库上游流域土壤有机碳和全氮含量影响的通径分析[J]. 生态环境学报,2014,23(8):1378 - 1383.
[20]朱兰英,邹志荣,杜天浩,等. 钾肥对番茄果实养分吸收及类胡萝卜素含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(5):1 - 10.
[21]BOUME M C. Food texture and viseosity[M]. 2nd ed. New York:Academic Press,2002:55 - 56.
[22]夏杨毅. 荣昌烤乳猪加工过程品质特性变化研究[D]. 重庆:西南大学,2012:15 - 18.
[23]薛超群,尹启生,王广山,等. 烤烟烟叶物理特性的变化及其与评吸质量的关系[J]. 烟草科技,2008(7):52 - 55.
[24]潘秀娟,屠康. 红富士苹果采后品质变化的破坏与非破坏检测研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(9):38 - 42,46.
[25]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.
[26]王卫康. 烤烟国标中分级因素的概念及把握[J]. 烟草科技,2004(5):44 - 48.
[27]贾琪光,宫长荣. 烟叶的成熟度与生长发育对质量的影响[J]. 烟草科技,1986(2):33 - 37.
[28]邓小华,周冀衡,杨虹琦,等. 湖南烤烟外观质量量化评价体系的构建与实证分析[J]. 中国农业科学,2007,40(9):2036 - 2044.
[29]闫克玉,赵献章. 烟叶分级[M]. 北京:中国农业出版社,2003:13 - 14.
[30]赵献章,刘国顺,杨永锋,等. 不同叶位烤烟叶片主要物理性状和化学品质的差异分析[J]. 河南农业大学学报,2006,40(3):230 - 233.

(上接第 6 页)

绿色无毒抗微生物制剂在烟叶烤前喷施可有效缓解烘烤期烟叶霉烂现象,但应严格科学使用药物配比,防治因药物浓度过高引起的烟叶死青现象. 此外,药剂喷施后应及时放入烤房,以避免在装烟过程中引起的药效减弱或无效的现象. 在烟草生产环节引起烟叶霉变的原因有很多,如病原、烟叶、环境、人为操作等[13],因此在烟叶调制加工阶段控制烟叶霉变除药物防治外,还可从病原微生物预防、调控烟叶素质、改善烘烤环境及合理规范烘烤操作等方面入手,以无毒、无害方式进一步完善烘烤过程中烟叶霉变防控技术体系.

[参考文献]

[1]谢已书. 烤坏烟原因分析及解决的技术措施[J]. 贵州农业科学,2000,28(增刊):62 - 63.
[2]王能如,徐增汉,周慧玲,等. 烟叶调制与分级[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2002.
[3]曾婷英,顾钢,张绍升,等. 烘烤期烟叶霉烂病的病原鉴定[J]. 中国烟草学报,2014(4):65 - 68.
[4]苏家恩,杨程,米建华,等. 红花大金元烟叶烘烤过程中叶柄发霉药剂防效试验[J]. 中国烟草学报,2010,16(3):64 - 66.
[5]张树堂,祝明亮,杨雪彪,等. 烘烤方式及烘烤条件对烤烟烘烤中细菌变化的影响[J]. 烟草科技,2001(4):42 - 43.
[6]宫长荣,程龙,宋朝鹏,等. 烤烟烘烤过程中微生物的动态变化[J]. 中国烟草科学,2010,31(1):44 - 46,52.
[7]朱桂宁,黄福新,黄思良,等. 7 种防霉剂对烟仓霉变微生物的抑制作用及防霉效果的初步研究[J]. 广西农业生物科学,2006,25(2):150 - 154.
[8]钟科军,钟德义. 富马酸二甲酯在烟叶仓储防霉中的应用试验[J]. 烟草科技,2004(10):6 - 9.
[9]李姝江,朱天辉,谯天敏,等. 花椒根腐病生防芽孢杆菌的筛选鉴定及定殖和防治效果[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(4):114 - 122.
[10]王津军,文国松,丁金玲,等. 烟草农药残留研究进展及降低烟叶农药残留的探讨[J]. 云南农业大学学报,2006,21(3):329 - 332.
[11]张成省,王海滨,李更新,等. 仓储片烟霉变的影响因素分析[J]. 中国烟草科学,2011,32(3):80 - 83.
[12]晏卫红,黄思良,朱桂宁,等. 广西仓储烟叶霉变微生物的分类鉴定[J]. 烟草科技,2008(2):50 - 56.
[13]孔凡玉,林建胜,张成省,等. 储烟霉变机理与防霉技术研究进展[J]. 中国烟草学报,2009,15(5):78 - 81.