

云南不同烤烟品种叶片物理特性的差异分析

王浩雅,王理珉*,孙力,张强,任一鹏,田丽梅

(云南烟草科学研究院,云南昆明 650106)

摘要: 选择云南4个烤烟品种3个部位叶片作为研究对象,测定其12个物理指标,统计分析不同烤烟品种间的差异。结果发现,4个烤烟品种3个部位的烟叶在多数物理指标上存在显著差异。上部叶以云烟85拉力最大,为3 236 7 N,中、下部叶以K326拉力最大,分别为3 303 3 N、2 616 7 N;上、中部叶K326耐破度最大,分别为82 666 7 kPa、116 666 7 kPa,云烟85次之;下部叶以云烟87耐破度最大,为110 666 7 kPa,云烟85次之,说明K326、云烟85烟叶的弹性较好。上、中部烟叶以云烟87填充值最大,分别为3 463 4 cm³/g、3 564 0 cm³/g,下部烟叶以云烟85填充值最大,为3 430 9 cm³/g,K326次之,说明云烟87填充性较强。综合来看,上部烟叶以红大、云烟85的物理特性较好,中、下部烟叶以云烟85、K326的物理特性较好。

关键词: 烤烟; 叶片; 物理特性; 拉力; 抗张强度; 耐破度; 填充值

中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)03-0047-05

Difference Analysis of Physical Characteristics of Tobacco Leaves from Different Varieties in Yunnan

WANG Hao-ya, WANG Li-min*, SUN Li, ZHANG Qiang, REN Yi-peng, TIAN Li-mei

(Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, China)

Abstract: In this paper, three stalk positions of four varieties of flue-cured tobacco in Yunnan province were selected as research objects. Through the determination of 12 physical indicators, the results showed that most of the physical indicators had a significant difference among the 4 varieties of flue-cured tobacco. Tension of Yunyan85 variety was the largest in upper leaves and it was 3. 236 7 N. Tension of K326 variety was the largest in middle and lower leaves and they were 3. 303 3 N, 2. 616 7 N, respectively. Additionally, bursting strength of K326 variety was the highest in upper and middle leaves and they were 82. 666 7 kPa, 116. 666 7 kPa. Yunyan85 was stronger. Bursting strength of Yunyan87 variety was the highest in lower leaves and it was 110. 666 7 kPa, followed by Yunyan85. It showed that the flexibility of K326 and Yunyan85 variety was better. Furthermore, filling value of Yunyan87 variety was the most in upper and middle leaves and they were 3. 463 4 cm³/g, 3. 564 0 cm³/g. Filling value of Yunyan85 variety was the most in lower leaves and it was 3. 430 9 cm³/g. K326 was higher. It showed that filling property of Yunyan87 variety was stronger. In general, the physical characteristics of Hongda and Yunyan85 were better in upper leaves, and those of Yunyan85 and K326 were better in middle and lower leaves. These studies provide a reference for cultivation of tobacco in Yunnan, quality evaluation of physical characteristic of tobacco, and the choice of cigarette materials.

Key words: flued-cured tobacco; leaf; physical characteristics; tension; tensile strength; bursting strength; filling value

收稿日期:2011-09-23

基金项目:云南中烟工业公司科技项目(2010JC02)

作者简介:王浩雅(1983-)女,黑龙江鸡西人,研究实习员,硕士,主要从事烟叶原料研究。

E-mail:wanghaoya1983@yahoo.cn

* 通讯作者:王理珉(1969-)女,山西太原人,高级工程师,硕士,主要从事卷烟原料研究。

E-mail:wangliminkm@163.com

烟叶的物理性状是指烟叶的外部形态及其物理性能,包括单叶质量、叶片厚度、叶面密度、含梗率、填充性、弹性、吸湿性等,其影响烟叶质量及工艺加工上一些物理方面的特性^[1]。烟叶的物理特性与烟叶的类型、品种、等级、质量、烟叶加工和贮存工艺密切相关,直接影响卷烟制造过程、产品风格、成本及其他经济因素^[2-5],如含梗率、填充值、平衡含水率等是体现烟叶加工性能的重要指标。因此,烟叶物理特性成为近年烟叶质量评价的重要研究内容之一^[4,6]。杨尚明等^[3]、尹启生等^[4]提出了烤烟物理性状评价指标体系,孙建锋等^[1]对河南烤烟主产区烟叶物理性状进行了分析评价,还有一些专家对烤烟单个物理性状进行了研究^[5,7-9],但对云南不同烤烟品种物理性状的全面报道还较少,尤其是物理指标上的测定。鉴于此,对云南不同烤烟品种的 12 个物理指标进行全面测定,从物理特性角度统计分析不同品种的差异,以期对云南烤烟栽培、烟叶物理质量评价、卷烟原料的选择提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

2010 年在云南烟草科学研究院进行试验,烤烟叶片来自云南中烟工业公司卷烟原料基地。烤烟品种包括 K326(产地:曲靖陆良)、云烟 87(产地:曲靖沾益)、红花大金元(简称红大,产地:大理弥渡)、云烟 85(产地:保山隆阳),每个品种有 3 个等级,分别为 B₂F、C₃F、X₂F。

1.2 试验仪器与器材

分析天平(感量:0.000 1 g),打孔器(18 mm),电子拉力机(济南德瑞克公司生产,型号 DRK100B),厚度仪(德国 KARL 公司生产),耐破度仪(四川长江造纸仪器有限责任公司生产,型号 BPW-2,测量范围 0~300 kPa,准确度级 1),定量冲样器(四川长江造纸仪器有限责任公司生产,型号 BTQ-1,取样面积 100 cm²),烟丝填充值测定仪(德国 BORGWALT 公司生产),恒温恒湿箱,烘箱,卷尺,剪刀。

1.3 测定指标

对所有样品检测 12 个物理特性指标,分别为单叶质量、含梗率、平衡含水率、拉力、抗张强度、延伸率、叶长和叶宽(计算长宽比)、叶质重、阴燃时间、叶片厚度、耐破度、填充值。

1.4 测定方法

1.4.1 试样的制备 将烟叶样品放在温度 22 ℃、湿度 60% 的恒温恒湿箱中平衡 48 h 后,制备样品。

1.4.2 测定方法 单叶质量、含梗率、叶长和叶宽

(计算长宽比)、叶质重、阴燃时间采用吉文书等^[10]的方法测定。平衡含水率采用文献^[11]的方法测定。

拉力、抗张强度、延伸率采用恒速拉伸法测定。取 3 片烟叶,在中部两侧中间位置,避开主脉和支脉,将其剪成 10 mm×40 mm 的长条。采用电子拉力机,调整拉伸速率至(100±5)mm/min,将夹头调整到(30±1)mm,输入样品的长度、宽度和厚度,将试样在夹头上夹紧,不留任何可觉察的松弛,并且不产生明显的应变,进行力清零和位移清零。试验保证试样平行于所施加的张力方向,直至试样断裂,记录所施加的最大抗张力。记录断裂时的伸长(mm),从仪器直接读出断裂时的伸长率(%)和抗张强度。

叶片厚度采用层积厚度法测定。取 10 片烟叶,用直径 18 mm 的打孔器,沿着主脉均匀地在左右两侧各打 3 个孔,每片烟叶共打 6 个孔,每个圆片均不应有洞眼或破损,避开主脉和支脉,左右两边的 3 个圆片均正面朝上分别层叠起来,用厚度仪测定层叠起来的圆片厚度值。测定时,抬起厚度仪测量头,在测量头和铁台间插入烟叶圆片,轻轻控制速率,放倒测量头至圆片表面,2 min 后记录厚度值,精确至 0.001 mm。每片烟叶是一个重复,共 10 个重复。

耐破度采用耐破度仪测定。用冲样器将烟叶切成 70 mm×70 mm 的圆片,将耐破度仪压力设为 0.35 MPa,压差设置为 20 kPa。升起上夹盘,将烟叶正面朝上覆盖于整个夹盘面积,施加液压压力,直至试样破裂。退回活塞,使胶膜低于胶膜夹盘平面,读取耐破压力指示值,精确至 1 kPa。然后松开夹盘,进行下一次试验。当试样有明显滑动时(试样滑出夹盘或在夹持面积内起了皱褶),将该读数舍去。测试 10 个有效数据。

填充值按照文献^[12]的方法测定。

1.5 统计分析

试验数据采用 SAS 8.0 版和 Excel 2003 进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 云南不同烤烟品种上部烟叶物理指标的差异分析

从表 1 可以看出,上部烟叶的 12 个物理指标中,有 2 个指标 4 个烤烟品种间差异不显著,为平衡含水率和长宽比。其中红大平衡含水率最大,为 13.999 0%;云烟 85 长宽比最大,为 0.295 2。

红大单叶质量最大,为 19.523 3 g,K326 次之,其中红大单叶质量与其他 3 个品种有极显著差异。

K326 含梗率最低,为 23.805 2%,红大次之,两者无显著性差异,但是它们与云烟 87、云烟 85 的差异极显著,后两者之间无显著性差异。拉力、抗张强度的差异性分析结果都是红大、云烟 85 间无显著性差异,但是它们与 K326、云烟 87 的差异极显著,后两者之间无显著性差异;拉力、抗张强度都是云烟 85 最大,分别为 3.236 7 N、259.002 8 cN/mm²,红大次之。云烟 87、红大、云烟 85 延伸率无显著性差异,K326 和云烟 87 无显著性差异,而 K326 和红大、云烟 85 有极显著差异;云烟 85 延伸率最大,为 30.4%,红大次之。云烟 87 叶质重极显著小于其他

3 个品种,K326 叶质重最大,为 124.369 4 g/m²,红大次之。云烟 85 阴燃时间最长,为 13.421 0 s,与其他 3 个品种有极显著差异。K326 叶片厚度最大,为 161 μm,红大次之,K326 与红大、云烟 87、云烟 85 叶片厚度有显著性差异。K326 耐破度最大,为 82.666 7 kPa,云烟 85 次之,K326 耐破度与其他 3 个品种有极显著差异。云烟 87 填充值最大,为 3.463 4 cm³/g,红大次之,云烟 87 填充值与其他 3 个品种有极显著差异。

从物理特性角度综合看来,红大、云烟 85 上部烟叶的物理特性较好。

表 1 上部烟叶物理指标的差异分析

品种	单叶质量/g	含梗率/%	平衡含水率/%	拉力/N	抗张强度/(cN/mm ²)	延伸率/%
K326	12.803 3bB	23.805 2bB	13.611 0aA	2.140 0bB	133.387 7cB	19.376 7bB
云烟 87	8.463 3cB	36.644 7aA	13.590 9aA	1.583 3cB	149.763 0cB	25.813 3aAB
红大	19.523 3aA	27.480 5bB	13.999 0aA	2.970 0aA	220.790 7bA	29.246 7aA
云烟 85	9.586 7bcB	34.853 5aA	13.785 6aA	3.236 7aA	259.002 8aA	30.400 0aA
品种	长宽比	叶质重/(g/m ²)	阴燃时间/s	叶片厚度/μm	耐破度/kPa	填充值/(cm ³ /g)
K326	0.289 4aA	124.369 4aA	8.984 3bB	161.000 0aA	82.666 7aA	3.009 7cB
云烟 87	0.223 9aA	83.296 2cC	9.029 0bB	106.000 0cB	75.333 3bcB	3.463 4aA
红大	0.291 1aA	120.599 7aAB	8.921 3bB	135.666 7bAB	74.333 3cB	3.181 6bB
云烟 85	0.295 2aA	112.827 5bB	13.421 0aA	124.777 8bcB	77.000 0bB	2.998 4cB

注:同列不同小写、大写英文字母代表差异达到显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)水平,下同。

2.2 云南不同烤烟品种中部烟叶物理指标的差异分析

从表 2 可以看出,中部烟叶的 12 个物理指标中,4 个烤烟品种间延伸率差异不显著,其中云烟 85 最大,为 26.966 7%。

红大单叶质量最大,为 15.866 7 g,云烟 85 次之,红大单叶质量与云烟 87 有极显著差异。4 个品种的含梗率无显著性差异,红大含梗率最低,为 29.29%,K326 次之。K326 平衡含水率与其他 3 个品种有极显著性差异;云烟 87 平衡含水率最高,为 16.185 8%,云烟 85 次之。K326 拉力最大,为 3.303 3 N,云烟 87 次之,K326 拉力与其他 3 个品种有极显著差异。红大抗张强度最大,为 264.040 2 cN/mm²,K326 次之,红大抗张强度与云烟 85 有极

显著差异。长宽比以红大最大,为 0.419 0,云烟 85 次之,红大长宽比与其他 3 个品种有极显著差异。4 个品种的叶质重无显著性差异;K326 叶质重最大,为 105.157 3 g/m²,红大次之。阴燃时间以红大最长,为 11.261 0 s,云烟 85 次之,K326 与红大阴燃时间有极显著差异。叶片厚度以 K326 最大,为 136.111 1 μm,云烟 85 次之,K326 与红大叶片厚度有极显著差异。耐破度以 K326 最大,为 116.666 7 kPa,云烟 85 次之,K326 耐破度与其他 3 个品种有极显著差异。填充值以云烟 87 最大,为 3.564 0 cm³/g,云烟 85 次之,云烟 87 填充值与其他 3 个品种有极显著差异。

从物理特性角度综合看来,云烟 85、K326 中部烟叶的物理特性较好。

表 2 中部烟叶物理指标的差异分析

品种	单叶质量/g	含梗率/%	平衡含水率/%	拉力/N	抗张强度/(cN/mm ²)	延伸率/%
K326	10.346 7bAB	31.070 8abA	12.441 6cB	3.303 3aA	242.766 3aAB	24.276 7aA
云烟 87	10.086 7bB	35.920 5aA	16.185 8aA	2.626 7bB	227.300 8abAB	24.950 0aA
红大	15.866 7aA	29.290 0bA	14.351 7bA	2.456 7bcB	264.040 2aA	23.713 3aA
云烟 85	12.143 3abAB	35.545 3abA	14.721 1bA	2.266 7cB	184.712 6bB	26.966 7aA
品种	长宽比	叶质重/(g/m ²)	阴燃时间/s	叶片厚度/μm	耐破度/kPa	填充值/(cm ³ /g)
K326	0.304 2bB	105.157 3aA	6.140 0bB	136.111 1aA	116.666 7aA	3.048 6cC
云烟 87	0.261 3bB	85.057 3bA	7.333 3bAB	116.000 0bAB	75.333 3cB	3.564 0aA
红大	0.419 0aA	99.291 7abA	11.261 0aA	93.777 8cB	77.666 7bcB	2.984 3cC
云烟 85	0.305 0bB	88.492 2bA	9.086 0abAB	123.444 4abA	80.333 3bB	3.246 4bB

2.3 云南不同烤烟品种下部烟叶物理指标的差异分析

从表 3 中看出,4 个烤烟品种下部烟叶的 12 个物理指标中,有 2 个指标差异不显著,为平衡含水率和含梗率。平衡含水率以 K326 最高,为 19.298 0%;含梗率以云烟 85 最低,为 30.651 5%,红大次之。

红大单叶质量最大,为 14.350 0 g,云烟 85 次之,云烟 87 单叶质量与红大有极显著差异。拉力、抗张强度的差异性分析结果都是云烟 85 与其他 3 个品种有极显著差异,而这 3 个品种间无极显著差异;K326 拉力最大,为 2.616 7 N,云烟 87 次之;抗张强度以云烟 87 最大,为 287.050 8 cN/mm²,红大次之。延伸率以红大最大,为 33.026 7%,云烟 87 次之,它们与云烟 85 有极显著差异。长宽比以红大最

大,为 0.442 0,云烟 85 次之,红大长宽比与云烟 87 有极显著差异。叶质重以 K326 最大,为 99.524 6 g/m²,云烟 85 次之,K326 叶质重与云烟 87 和红大有极显著差异。阴燃时间以云烟 85 最长,为 20.150 3 s, K326 次之,云烟 85 阴燃时间与其他 3 个品种有极显著差异。叶片厚度以 K326 最大,为 112.222 2 μm,云烟 85 次之,K326 叶片厚度与红大有极显著差异。耐破度以云烟 87 最大,为 110.666 7 kPa,云烟 85 次之,云烟 87 耐破度与其他 3 个品种有极显著差异。填充值以云烟 85 最大,为 3.430 9 cm³/g, K326 次之;红大填充值最小,与其他 3 个品种有极显著差异。

从物理特性角度综合看来,云烟 85、K326 下部烟叶的物理特性较好。

表 3 下部烟叶物理指标的差异分析

品种	单叶质量/g	含梗率/%	平衡含水率/%	拉力/N	抗张强度/(cN/mm ²)	延伸率/%
K326	8.930 0bAB	31.688 6aA	19.298 0aA	2.616 7aA	233.596 9aA	25.140 0bcAB
云烟 87	7.336 7bB	35.256 4aA	14.324 2aA	2.546 7abA	287.050 8aA	28.600 0abA
红大	14.350 0aA	31.094 0aA	15.199 8aA	2.290 0bA	281.687 4aA	33.026 7aA
云烟 85	10.703 3abAB	30.651 5aA	15.090 9aA	1.326 7cB	128.036 8bB	18.953 3cB
品种	长宽比	叶质重/(g/m ²)	阴燃时间/s	叶片厚度/μm	耐破度/kPa	填充值/(cm ³ /g)
K326	0.326 7bAB	99.524 6aA	10.318 3bB	112.222 2aA	75.666 7bBC	3.287 0abA
云烟 87	0.307 8bB	70.415 3cB	7.802 3cBC	90.000 0bcAB	110.666 7aA	3.228 8bA
红大	0.442 0aA	73.078 8bcB	6.257 7cC	81.555 6cB	72.666 7cC	2.763 9cB
云烟 85	0.339 1bAB	86.047 0abAB	20.150 3aA	105.888 9abAB	77.666 7bB	3.430 9aA

3 结论与讨论

3.1 结论

本试验选择云南 4 个烤烟品种 3 个烟叶部位作为研究对象,进行了 12 个物理指标的测定,统计分析不同烤烟品种间的差异。结果显示,4 个烤烟品种 3 个部位的烟叶在多数物理指标上存在显著差异。综合来看,上部烟叶以红大、云烟 85 的物理特性较好,中部和下部烟叶以云烟 85、K326 的物理特性较好。

拉力、耐破度是烟叶弹性的体现,拉力、耐破度高说明烟叶的弹性好。上部烟叶以云烟 85 拉力最大(3.236 7 N),中、下部烟叶以 K326 拉力最大(分别为 3.303 3 N、2.616 7 N);上、中部烟叶以 K326 耐破度最大(分别为 82.666 7 kPa、116.666 7 kPa),云烟 85 次之,下部烟叶以云烟 87 耐破度最大(110.666 7 kPa),云烟 85 次之,说明 K326、云烟 85 烟叶的弹性较好。上、中部烟叶以云烟 87 填充值最大(分别为 3.463 4 cm³/g、3.564 0 cm³/g),下部烟叶以云烟 85 填充值最大(3.430 9 cm³/g),K326 次之,说明云烟 87 填充性较强。

3.2 讨论

前人的研究表明,国外优质烟叶长宽比为 0.34~0.44,上部叶厚度为 120~140 μm,中部叶厚度为 100~120 μm,下部叶厚度为 80~100 μm,平均厚度在 100~120 μm 比较适宜^[13]。本研究结果显示,云南 4 个烤烟主栽品种中、上部烟叶长宽比与优质烟叶范围有一定差距,下部叶长宽比以红大和云烟 85 较接近优质烟;红大和云烟 85 叶片厚度较接近优质烟标准。如何提高中、上部优质烟叶比例是目前研究的热点问题之一。国外优质烟叶含梗率上部叶为 25%~26%,中部叶为 27%~30%,下部叶为 30%~32%,平均含梗率为 27%~29%;单叶质量上部叶为 9~12 g,中部叶为 7~9 g,下部叶为 6~8 g,平均单叶质量为 7~10 g;叶质重上部叶为 80~90 g/m²,中部叶为 70~80 g/m²,下部叶为 60~70 g/m²,平均值在 70~80 g/m²^[13]。本研究结果显示,4 个烤烟品种中以云烟 87 烟叶的含梗率最高,多数品种烟叶含梗率均超过了优质烟叶适宜范围。烟叶含梗率与出丝率密切相关,直接关系到卷烟工业企业的经济效益,因此,研究调控含梗率对调节卷烟成本有着重要意义。4 个品种烤烟中、下部单叶质量多数较大, (下转第 55 页)

3 结论与讨论

近来,在稻烟轮作区,由于稻田中施用残留期较长的除草剂二氯喹啉酸,常造成后茬烟草生长畸形,植株变矮,叶狭长。本试验结果表明,土壤中施用博德特氏菌 HN36 可加速二氯喹啉酸的降解,与此同时,烤烟叶片纤维素酶活性和氨基酸含量下降,从而使受害烤烟的农艺性状(叶长、叶宽、株高等)得到修复。土壤中施入博德特氏菌 HN36 的量不同,对受害烤烟的修复效果也不同,随二氯喹啉酸降解菌施入量的增加,其对受害烟株的修复效果越好,本研究中以向土壤施博德特氏菌 HN36 3×10^{10} 个/kg 的处理(T_5)最好,移栽后 30 d 时,受害烤烟的叶片纤维素酶活性、氨基酸含量和农艺性状基本恢复得与健康株已无明显差异。利用生石灰和活性炭^[2],喷施 SNP^[3] 均对受二氯喹啉酸危害的烤烟有一定修复作用,但利用微生物迅速降解二氯喹啉酸,可以使受害烟株得到较快修复,且二氯喹啉酸能较快降解到对烤烟无害的阈值(0.01 mg/kg),这与已有研究一致^[4]。由此可见,利用微生物修复二氯喹啉酸对烤烟的危害是一个环保且有效的途径,对于在稻烟轮作区烟叶安全生产有着重要意义。由于本试验设计的处理中博德特氏菌 HN36 施入量偏少,其最佳用量还需进一步研究,另外该结果仅由盆栽试验得出,其效果还需进一步进行大田验证。

(上接第 50 页) 与优质烟范围有一定差距,上部叶较为接近。叶质重多数品种较大,其中云烟 87 较为接近。

参考文献:

- [1] 孙建锋,宫长荣,许自成,等. 河南烤烟主产区烟叶物理性状的分析评价[J]. 河南农业科学,2005(12):17-21.
- [2] 周冀衡,朱小平,王彦亭,等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1996:89-145.
- [3] 杨尚明,孙钟亮,刘田军,等. 烤烟中上部烟叶等级质量研究[J]. 现代农业科技,2011(6):55-56.
- [4] 尹启生,陈江华,王信民,等. 2002 年度全国烟叶质量评价分析[J]. 中国烟草学报,2003,9(B11):59-70.
- [5] 王玉军,谢胜利,荆淑华,等. 烤烟叶片厚度与主要化学组成相关性研究[J]. 中国烟草科学,1997(1):11-13.
- [6] 刘国顺. 国内外烟叶质量差距分析和提高烟叶质量技术途径探讨[J]. 中国烟草学报,2003,9(B11):54-58.

参考文献:

- [1] 陈泽鹏,王静,万树青,等. 广东部分地区烟叶畸形生长的原因及治理的研究[J]. 中国烟草学报,2004,10(3):34-36.
- [2] 陈泽鹏,邓建超,万树青,等. 二氯喹啉酸致烟草畸形的解毒剂筛选及解毒效果[J]. 生态环境,2001,16(20):453-456.
- [3] 刘华山,李晶新,韩锦峰,等. 二氯喹啉酸胁迫下 SNP 对烟苗活性氧及保护酶系统修复效应[J]. 华北农学报,2010,25(2):156-159.
- [4] 左涛,刘华山,韩锦峰,等. 二氯喹啉酸胁迫下降解菌对烤烟叶片中活性氧及保护酶的影响[J]. 河南农业科学,2010(12):36-38.
- [5] 刘华山,左涛,韩锦峰,等. 博德特氏菌 HN36 对土壤酶活性和呼吸强度的影响[J]. 中国土壤和肥料,2011(3):83-86.
- [6] 韩振海,陈昆松. 实验园艺学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:406-409.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000:64-67.
- [8] 靳振红. 纤维素酶降解纤维素的研究进展[J]. 广西农业科学,2007,38(2):127-130.
- [9] 李晶新,韩锦峰,刘华山,等. 二氯喹啉酸对烤烟种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 河南农业科学,2010(2):37-39.
- [7] 屈剑波,阎克玉,李兴波,等. 烤烟国家标准(40 级)河南烟叶含梗率的测定[J]. 烟草科技,1997(2):8-9.
- [8] 阎克玉,王海燕,李兴波,等. 烤烟国家标准(40 级)河南烟叶叶片厚度、叶质重及叶片密度研究[J]. 郑州轻工业学院学报,1999,14(2):45-50.
- [9] 阎克玉,刘江豫,李兴波,等. 烤烟国家标准烟叶平衡含水率测定报告[J]. 烟草科技,1993(2):16-19.
- [10] 吉文书,腾兆波. 烟草物理检测[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1997:188-209.
- [11] 国家烟草质量监督检验中心. YC/T 31-1996 烟草及烟草制品:试样的制备和水分测定——烘箱法[S]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [12] 国家烟草质量监督检验中心. YC/T 152-2001 卷烟:烟丝填充值的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2001.
- [13] 杨虹琦,周冀衡,李永平,等. 云南不同产区主栽烤烟品种烟叶物理特性的分析[J]. 中国烟草学报,2008,14(6):30-36.