

四川会东初烤烟叶外观质量与主要化学成分关系研究

孙平¹, 程森¹, 窦玉青^{2*}, 杜咏梅², 刘国³

(1.上海烟草集团有限责任公司, 上海 200082; 2.中国烟草总公司青州烟草研究所, 青岛 266101; 3.四川烟草公司凉山州公司, 四川 西昌 615000)

摘要:为了明确四川会东烟叶主要化学成分与外观质量的关系,采集四川会东初烤烟叶样品进行化学成分分析和外观质量鉴定。结果表明,四川会东烟叶的颜色、身份、叶宽、单叶重4项外观质量指标在影响烟叶主要化学成分方面起主要作用。四川会东烟叶的身份、油分与烟碱含量呈显著或极显著正相关,颜色与烟叶总氮含量呈极显著正相关,叶宽与烟叶总氮含量呈极显著或显著负相关;身份、色度与烟叶氧化钾含量呈极显著负相关,颜色与烟叶氯离子含量呈极显著正相关,烟叶身份与糖碱比呈显著负相关。烟叶长度却与主要化学成分相关性没有达到显著水平。四川会东烟叶随颜色加深,烟叶烟碱、总氮、氯离子含量显著升高,钾氯比显著下降;随烟叶身份增加,烟叶烟碱含量显著增加,氧化钾含量显著降低;随烟叶油分增加,烟叶烟碱含量显著增加。

关键词:烤烟;外观质量;化学成分

中图分类号:S572.01

文章编号:1007-5119(2013)01-0029-05

DOI:10.3969/j.issn.1007-5119.2013.01.006

Relationship between Appearance Quality and Main Chemical Composition of Flue-cured Tobacco Leaves in Huidong County of Sichuan Province

SUN Ping¹, CHENG Sen¹, DOU Yuqing^{2*}, DU Yongmei², LIU Guo³

(1. Shanghai Tobacco Group Co., Ltd., Shanghai 200082, China; 2. Tobacco Research Institute of CNTC, Qingdao 266101, China; 3. Liangshan Tobacco Company of Sicuan Province, Xichang, Sichuan 615000, China)

Abstract: The relationship between appearance quality and main chemical composition of flue-cured tobacco was studied with 126 leaf samples taken in Huidong County in Sichuan Province. The results showed that main chemical composition contents were mainly influenced by leaf color, body, leaf width, and leaf weight. There was a positive correlation (1% or 5%) among body, oil and nicotine content; a positive correlation (1%) among color and total nitrogen; a negative correlation (1% or 5%) among leaf width and total nitrogen content; a negative correlation (1%) among leaf body, chroma and K₂O content; a positive correlation (1%) among color and Cl content; a negative correlation (1%) among leaf body and ratio of reduced sugar and nicotine. There was no significant correlation between leaf length and main chemical composition. The content of nicotine, total nitrogen and Cl increased and the ratio of K₂O and Cl decreased remarkably with leaf color; the content of nicotine increased and K₂O content decreased remarkably with leaf body thickening; the content of nicotine increased remarkably with increasing leaf oil content.

Keywords: flue-cured tobacco; appearance quality; chemical component

烟叶的外观性状与其内在品质具有密切的关系,通过外观性状可以基本判断烟叶的内在品质,这是制订烟叶分级标准的理论依据^[1]。在烟叶生产实践中,也正是依靠评判者的眼睛、手来感知烟叶外部特征,鉴别烟叶外观质量特点^[2]。但这种方法在一定程度上存在主观性,同一份烟叶样品的评价

结果可能因评判主体的不同而存在较大差异。研究表明,目前对烟叶外观性状好差的经验认识与其内在品质的优劣,存在较多不一致的现象^[3]。为了保证外观质量评价结果更加贴近烟叶内在质量,有必要深入研究烟叶外观质量与主要化学成分的关系。

有关烟叶外观性状与内在品质关系研究的文

作者简介:孙平,男,经济师,长期从事烟叶管理及相关研究工作。E-mail: sunp@sh.tobacco.com.cn。*通信作者, E-mail: dyq5370@126.com

收稿日期:2012-02-20

修回日期:2013-01-07

献报道较多^[4-12],多数研究材料包含上、中、下三个部位,且包含诸多等级,在某种程度上分不清外观质量差异来源,是来源于部位间的差异,还是等级间的差异。因此,深入开展烟叶外观性状与内在品质的关系研究,探讨外观质量对化学成分的外在表征,对工业企业烟叶原料的选择与采购有较大的实际意义^[13-15]。为此,笔者以四川会东县126份中部C3F烟叶样品为研究对象,探讨了四川会东烟叶外观质量与其主要化学成分的相关关系。

1 材料与方法

1.1 材料

采集四川省会东县16个种烟乡(镇)生产的初烤烟叶样品共计126份,其中2007年68份,2008年58份,部位为中部烟叶,样品等级为C3F。

1.2 方法

由专职评级人员按照GB 2635—92对上述126份试验样品进行外观性状鉴定,指标包括:成熟度、颜色、结构、身份、油分、色度、叶长、叶宽、单叶重。将上述烟叶样品去梗切丝,检测烟叶的主要化学成分含量。水溶性糖用铁氰化钾比色法测定,总植物碱、总氮、氧化钾、氯离子的测定分别按照YC/T 34—1996、YC/T 33—1996、C/T 173—2003、YC/T 153—2001进行。

为适应统计分析的需要,参考汤朝起的研究方法^[16],对6个外观品质因素的不同档次进行数字化转换(表1),其中数字的大小并不表示外观品质的优劣。利用DPS 7.05软件^[17]进行统计分析。首先对每组数据进行显著性检验,然后用Duncan新复极差法进行多重比较,最后进行回归和通径分析。

表1 烟叶外观质量因素不同档次赋分

外观品质因素	不同档次赋分				
颜色	浅黄 3.5	正黄 5	金黄 6	橘黄 6.75	深黄 7.5
成熟度	假熟 1	欠熟 3	尚熟 5	成熟 7	
身份	薄 1	稍薄 3	中等 5	稍厚 7	厚 9
油分	少 1	稍有 3	有 5	多 7	
色度	淡 1	弱 3	中 5	强 7	浓 9
叶片结构	紧密 3	稍密 5	尚疏松 7	疏松 9	

2 结果

2.1 烟叶外观质量性状

按照烟叶外观质量不同档次,将四川会东烟叶进行分组,统计其分布规律,结果列于表2。可以看出,四川会东烟叶颜色柠檬黄至橘黄,橘黄烟叶比例较大;结构“疏松⁻”至“疏松⁺”,基本在疏松档次;身份“稍薄”至“适中”;油分“稍有”至“有”,“有”档次比例较大;色度“中”至“强”,“中”档次比例较大;烟叶长度较长,2007年样品长度大于65cm的比例占29.4%,2008年样品长度大于65cm的比例占65.5%;宽度较宽,大于25cm的样品比例占40%左右;单叶重偏大,超过12g的烟叶样品,2007年占45.6%,2008年占72.5%。

2.2 烟叶外观性状与其主要化学成分简单相关关系

由表3数据可知,2007年,在9个外观品质因素中,烟叶颜色、身份、油分、宽度与烟叶化学成分相关性较强,而叶片结构、色度、单叶重3个因素与烟叶化学成分的相关性较弱,除个别指标达

表2 四川会东烟叶外观质量性状

Table 2 Appearance quality of flue-cured tobacco leaves from Huidong, Sichuan

指标	2007年		2008年	
	档次	样品比例/%	档次	样品比例/%
颜色	柠檬黄	26.5	柠檬黄	27.6
	浅橘黄	26.5	浅橘黄	27.6
	橘黄	47.1	橘黄	44.8
结构	疏松	83.8	疏松 ⁻	29.3
	疏松 ⁺	16.2	疏松	70.7
身份	稍薄	30.9	稍薄 ⁺	44.8
	适中	52.9	适中	55.2
	适中 ⁺	16.2	-	-
油分	稍有 ⁺	23.5	有 ⁻	51.7
	有	61.8	有	48.3
	多	14.7	-	-
色度	-	-	中 ⁻	22.4
	中	69.1	中	55.2
	强	30.9	强	22.4
叶长	50~60cm	29.4	50~65cm	34.5
	60~65cm	41.2	65~69cm	41.4
	65~75cm	29.4	69~75cm	24.1
叶宽	18~23cm	30.9	20~22cm	19.0
	23~25cm	26.5	22~25cm	41.4
	25~30cm	42.6	25~30cm	39.7
单叶重	6~10g	25.0	8~12g	27.6
	10~12g	29.4	12~15g	46.6
	12~18g	45.6	15~20g	25.9

表 3 烟叶外观质量与化学成分的简单相关系数

Table 3 Pearson correlation between appearance quality and chemical components of flue-cured tobacco in Huidong

年份	外观	烟碱	总糖	还原糖	总氮	氧化钾	氯离子	糖碱比	氮碱比	钾氯比
2007	成熟度	0.07	0.10	0.09	0.02	0.01	0.01	0.02	-0.03	0.05
	颜色	0.17	0.08	0.12	0.32**	-0.05	0.37**	-0.12	-0.04	-0.33**
	结构	0.16	0.06	-0.08	0.28*	-0.13	0.17	-0.06	0.04	-0.18
	身份	0.52**	0.11	-0.04	0.22	-0.42**	0.19	-0.36**	-0.40**	-0.38**
	油分	0.30*	0.34**	0.17	0.12	-0.33**	0.09	-0.12	-0.23	-0.26*
	色度	0.11	0.15	-0.03	0.17	-0.30*	0.05	0.02	0.05	-0.18
	叶长	0.18	0.13	-0.06	0.19	-0.18	0.17	-0.06	-0.04	-0.21
	叶宽	-0.23	0.30*	0.24*	-0.29*	0.22	-0.02	0.35**	0.12	0.12
	单叶重	0.08	0.32**	0.18	0.01	-0.05	0.15	0.05	-0.08	-0.13
2008	成熟度	0.17	-0.33*	-0.08	0.14	0.27*	0.17	-0.22	-0.05	-0.12
	颜色	0.58**	-0.32*	-0.03	0.67**	0.21	0.38**	-0.59**	-0.01	-0.33**
	结构	0.10	-0.23	0.01	0.23	0.24	0.26*	-0.17	0.12	-0.18
	身份	0.33*	0.01	-0.02	0.23	-0.35**	0.10	-0.26*	-0.18	-0.10
	油分	0.39**	0.20	0.23	0.33*	-0.13	0.17	-0.25	-0.12	-0.20
	色度	0.33*	0.24	0.25	0.42**	-0.27*	0.07	-0.21	0.01	-0.19
	叶长	0.09	-0.03	-0.19	0.01	0.18	-0.33*	-0.12	-0.10	0.19
	叶宽	-0.05	0.23	0.19	-0.55**	0.15	-0.14	0.13	-0.46**	0.18
	单叶重	0.38**	0.01	-0.09	0.16	-0.11	-0.04	-0.33*	-0.29*	-0.14

注：*表示差异达 5%显著水平，**表示差异达 1%显著水平。

到显著水平之外，总体上相关性不显著，烟叶成熟度和长度与所有 9 项指标的相关性都没有达到显著水平。2008 年，在 9 个外观品质因素中，烟叶颜色、身份、色度、单叶重与烟叶化学成分相关性较强，而成熟度、叶片结构、油分、烟叶长度和宽度 5 个因素与烟叶化学成分的相关性较弱，除个别指标达到显著水平之外，大部分不显著。

2.3 烟叶外观性状与其化学成分回归和通径分析

由表 4 结果看出，2007 年烟叶身份对烟叶烟碱含量影响最大，通径系数为 0.6087；烟叶油分对烟叶总糖含量影响最大，通径系数 0.4566，其次是烟叶宽度；烟叶长度对烟叶还原糖含量影响最大，通径系数为-0.4024；烟叶宽度对烟叶总氮含量影响最大，通径系数为-0.3978；烟叶身份对烟叶氧化钾含量影响最大，通径系数为-0.5222，其次是烟叶宽度；烟叶身份对烟叶糖碱比影响最大，通径系数为

表 4 烟叶外观质量对主要化学成分的回归方程

Table 4 Regression equation of main chemical composition to appearance character of tobacco leaves

年份	因变量	回归方程	R ²	p
2007	烟碱	Y 烟碱=2.7809+0.4255X 身份-0.0871X 色度-0.0789X 叶宽	0.3679	0.0001
	总糖	Y 总糖=26.4869+1.6748X 油分-0.1933X 叶长+0.4751X 叶宽	0.2283	0.0008
	还原糖	Y 还原糖=27.2220+1.0473X 油分-0.2333X 叶长+0.3935X 叶宽	0.1736	0.0064
	总氮	Y 总氮=1.4112+0.0735X 颜色+0.0143X 叶长-0.0375X 叶宽	0.2411	0.0005
	氧化钾	Y 氧化钾=1.3157+0.0525X 颜色-0.1228X 身份+0.0263X 叶宽	0.2748	0.0001
	糖碱比	Y 糖碱比=1.9302-2.9859X 身份+1.1242X 色度+0.9026X 叶片宽度	0.3142	0.0001
	氮碱比	Y 氮碱比=0.3806+0.0676X 颜色-0.16X 身份+0.0744X 色度+0.0153X 叶片宽度	0.2794	0.0003
	钾氯比	Y 钾氯比=6.3644-0.3014X 颜色-0.3745X 身份+0.0702X 叶片宽度	0.2059	0.0019
2008	烟碱	Y 烟碱=-2.13+0.37X 颜色+0.2493X 身份+0.0515X 单叶重	0.4436	0.0001
	总糖	Y 总糖=65.6359-4.1557X 成熟度-2.4517X 结构+2.8224X 色度+0.7563X 叶片宽度-0.7748X 单叶重	0.4156	0.0001
	还原糖	Y 还原糖=36.949-1.7372X 成熟度+1.8583X 色度-0.1624X 叶片长度+0.5588X 叶片宽度-0.4484X 单叶重	0.3152	0.0011
	总氮	Y 总氮=1.6128+0.2205X 颜色-0.0841X 叶片宽度+0.0617X 单叶重	0.6946	0.0001
	氧化钾	Y 氧化钾=-1.1181+0.2523X 颜色-0.199X 身份-0.1107X 色度+0.0425X 叶片长度+0.0412X 叶片宽度-0.0855X 单叶重	0.4376	0.0001
	糖碱比	Y 糖碱比=48.4793-4.1291X 颜色+0.3333X 叶片宽度-0.8447X 单叶重	0.4187	0.0001
	氮碱比	Y 氮碱比=2.1318-0.0321X 颜色-0.0957X 身份+0.0057X 叶片长度-0.0396X 叶片宽度	0.2755	0.0016
	钾氯比	Y 钾氯比=-24.8868+0.6027X 叶片长度+0.5149X 叶片宽度-1.3476X 单叶重	0.2059	0.0028

-0.4919;烟叶身份对烟叶氮碱比影响最大, 途径系数为-0.6368;烟叶身份对烟叶钾氯比影响最大, 途径系数为-0.323。2008年: 烟叶颜色对烟叶烟碱含量影响最大, 途径系数为0.5174;烟叶色度对烟叶总糖含量影响最大, 途径系数为0.542;烟叶宽度对烟叶还原糖含量影响最大, 途径系数为-0.5335;烟叶宽度对烟叶总氮含量影响最大, 途径系数为-0.6199, 其次为烟叶颜色和单叶重;烟叶单叶重对烟叶氧化钾含量影响最大, 途径系数为-0.5337, 其次是烟叶颜色;烟叶颜色对烟叶糖碱比影响最大, 途径系数为-0.5008, 其次是单叶重;烟叶宽度对烟叶氮碱比影响最大, 途径系数为-0.5442;烟叶单叶重对烟叶钾氯比影响最大, 途径系数为-0.6056, 其次是烟叶长度。

综合分析2007和2008年数据统计结果, 四川会东烟叶的颜色、身份、叶宽、单叶重是影响烟叶主要化学成分的主要外观质量指标。

2.4 不同外观质量档次烟叶主要化学成分差异性

由表5、6中数据综合分析看出, 烟叶颜色、

身份、油分不同, 烟叶化学成分有较一致的规律。烟叶颜色由柠檬黄到橘黄, 烟叶烟碱、总氮、氯离子含量显著升高, 钾氯比显著下降;烟叶身份由稍薄到适中, 烟叶烟碱含量显著增加, 氧化钾含量显著降低;随烟叶油分增加, 烟叶烟碱含量显著增加。烟叶结构和色度不同, 其化学成分两年间未见较一致的规律性。烟叶长、宽、单叶重与烟叶主要化学成分的关系, 2007和2008年结果一致性较差。2007年, 随烟叶宽度增加, 烟叶烟碱和总氮含量显著降低, 烟叶糖碱比现在又增加;2008年, 随烟叶宽度增加, 烟叶总氮含量和氮碱比显著降低。2007年, 随烟叶单叶重增加, 烟叶烟碱含量显著降低, 烟叶糖碱比显著增加。而烟叶长度不同档次烟叶的主要化学成分没有显著性差异。

3 结论

颜色、身份、叶宽、单叶重是影响四川会东烟叶主要化学成分的关键外观质量指标。在四川攀西中华烟叶原料的选择和采购主要关注指标为烟叶颜色、身份、叶宽和单叶重, 这也是攀西烟区生产

表5 不同外观质量档次烟叶的主要化学成分差异性(2007年)

Table 5 The chemical component variation with different appearance quality (2007)

项目	档次	烟碱	总糖	还原糖	总氮	氧化钾	氯离子	糖碱比	氮碱比	钾氯比
颜色	柠檬黄	2.11	34.40	27.15	1.76 bA	1.77	0.36 bA	17.78	0.89	5.04 aA
	浅橘黄	2.09	34.17	27.72	1.79 bA	1.73	0.40 abA	18.07	0.93	4.53 abA
	橘黄	2.43	34.97	27.86	1.94 aA	1.72	0.43 aA	15.94	0.85	4.27 bA
结构	疏松	2.20	34.51	27.74	1.82 bA	1.75	0.39	17.15	0.88	4.64
	疏松 ⁺	2.50	35.09	27.12	2.00 aA	1.67	0.44	16.16	0.91	4.07
身份	稍薄	1.81 cB	33.83	27.71	1.78	1.85 aA	0.38	19.57 aA	1.01 aA	5.05 aA
	适中	2.26 bB	35.31	27.93	1.87	1.76 aA	0.42	16.95 aAB	0.88 aA	4.51 aAB
	适中 ⁺	3.07 aA	33.79	26.53	1.92	1.44 bB	0.39	12.20 bB	0.66 bB	3.71 bB
油分	稍有 ⁺	1.96 bA	32.70 bB	26.68 bA	1.78	1.82 aA	0.37	17.47	0.94 aA	5.10 aA
	有	2.28 abA	34.79 abAB	27.74 abA	1.88	1.76 aA	0.42	17.27	0.90 abA	4.49 abAB
	多	2.61 aA	36.89 aA	28.74 aA	1.86	1.51 bB	0.40	15.04	0.74 bA	3.89 bB
色度	中	2.21	34.33	27.74	1.83	1.78 aA	0.40	16.85	0.88	4.67
	强	2.35	35.23	27.40	1.90	1.63 bA	0.41	17.29	0.91	4.26
长	50~60cm	2.00	34.56	28.01	1.77	1.79	0.39	18.12	0.92	4.74
	60~65cm	2.36	34.54	27.51	1.86	1.74	0.40	16.17	0.84	4.61
	65~75cm	2.35	34.75	27.44	1.92	1.67	0.43	17.01	0.91	4.26
宽	18~23cm	2.39 abA	32.94 bA	26.44 bA	1.92 aA	1.66	0.40	14.71 bB	0.87	4.39
	23~25cm	2.48 aA	35.41 aA	28.19 aA	1.93 aA	1.74	0.41	15.20 bB	0.81	4.49
	25~30cm	2.01 bA	35.32 aA	28.16 aA	1.75 bA	1.79	0.40	19.76 aA	0.94	4.69
单叶重	6~10g	2.09	32.26 bB	26.65	1.86	1.72	0.38	16.35	0.94	4.58
	10~12g	2.43	35.89 aA	28.07	1.85	1.75	0.39	16.30	0.82	4.61
	12~18g	2.23	35.07 aAB	27.89	1.84	1.74	0.42	17.79	0.90	4.48

注: 小写字母不同表示5%显著差异, 大写字母不同表示1%极显著差异, 下同。

表 6 不同外观质量档次烟叶的主要化学成分差异性 (2008 年)

Table 6 The chemical component variation with different appearance quality (2008)

项目	档次	烟碱	总糖	还原糖	总氮	氧化钾	氯离子	糖碱比	氮碱比	钾氯比
颜色	柠檬黄	1.70cB	39.20 aA	31.20	1.50 cC	1.50	0.16 bB	24.10 aA	0.89	11.16 aA
	浅橘黄	1.99 bAB	37.36	31.49	1.70 bB	1.46	0.20 abAB	19.72 bB	0.89	8.15 bA
	橘黄	2.30 aA	36.72 bA	31.19	1.98 aA	1.62	0.25 aA	16.69 cB	0.89	7.73 bA
结构	疏松 ⁺	2.00	38.80	31.30	1.60	1.40	0.17 bA	21.01	0.86	10.0
	疏松	2.07	37.07	31.28	1.81	1.59	0.23 aA	18.97	0.90	8.28
身份	稍薄 ⁺	1.88 bA	37.21	31.29	1.69	1.69 aA	0.20	20.90	0.93	9.34
	适中	2.17 aA	37.88	31.27	1.81	1.42 bB	0.22	18.49	0.85	8.35
油分	有 ⁺	1.89 bA	37.10	30.81	1.66 bA	1.55	0.19 bA	20.76	0.90	9.88
	有	2.20 aA	38.10	31.80	1.90 aA	1.50	0.24 aA	18.30	0.88	7.63
色度	中 ⁺	1.91 bB	36.41	30.88	1.61 bB	1.54	0.18	20.30	0.86	9.69
	中	1.95 bB	37.66	31.01	1.71 bB	1.59	0.22	20.43	0.91	8.92
	强	2.37 aA	38.54	32.33	2.04 aA	1.42	0.22	16.72	0.87	7.60
长	50~65cm	2.05	37.09	31.38	1.77	1.53	0.25	19.38	0.88	7.88
	65~69cm	1.98	37.86	31.23	1.80	1.48	0.19	20.05	0.93	8.81
	69~75cm	2.12	37.79	31.20	1.68	1.66	0.19	19.03	0.82	10.0
宽	20~22cm	1.89	37.56	31.10	1.87 aA	1.41	0.23	20.89	1.00 aA	8.74
	22~25cm	2.13	36.73	30.75	1.90 aA	1.55	0.22	18.45	0.93 aAB	7.91
	25~30cm	2.01	38.48	31.90	1.56 bB	1.59	0.20	20.11	0.79 bB	9.74
单叶重	8~12g	1.82 bB	38.48	31.86	1.66	1.53 abA	0.22	22.53 aA	0.94	9.86
	12~15g	2.05 abAB	36.90	30.99	1.77	1.64 aA	0.20	18.94 bAB	0.89	9.07
	15~20g	2.26 aA	37.85	31.16	1.85	1.37 bA	0.22	17.54 bB	0.84	7.15

技术研究领域需重点关注和认真解决的问题。根据优质烟叶和“中华”品牌烟叶原料质量要求，四川会东烟叶外观质量适宜范围为颜色浅橘黄至橘黄，身份稍薄至适中，烟叶宽度 25 cm 以上。

参考文献

- [1] 程占省. 烟叶分级工[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 393-406.
- [2] 吉松毅, 闫洪洋, 张志明, 等. 云南大理烤烟外观质量与感官质量的相关性研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(6): 3539-3543.
- [3] 唐远驹. 关于烟叶的可用性问题[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(1): 1-5.
- [4] 章新军, 黎妍妍, 许自成, 等. 河南烤烟外观与内在质量的综合评价[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(7): 1953-1954, 1959.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 于川芳, 李晓红, 罗登山, 等. 玉溪烤烟外观质量因素与其主要化学成分之间的关系[J]. 烟草科技, 2005(1): 5-7.
- [9] 李章海, 刘登乾, 韩忠明, 等. 烤烟油分与烟叶理化特性关系的初步研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(3): 1088-1089, 1105.
- [10] 王玉军, 谢胜利, 邢淑华, 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): 11-14.
- [11] 姜荣, 谢胜利, 范洪慈, 等. 烤烟叶片大小与烟叶化学成分的关系研究初报[J]. 中国烟草, 1991(2): 13-17.
- [12] 李东亮, 张水成, 许自成. 烤烟不同部位烟叶主要化学成分与叶长的关系[J]. 作物学报, 2008, 34(5): 914-918.
- [13] 顾毓敏, 程森, 窦玉青, 等. 云南宣威初烤烟叶叶形特征与内在品质的关系研究[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4): 6-9.
- [14] 窦玉青, 陈刚, 刘光亮. 初烤烟叶外观质量与其烟气组分的关系[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 54-58.
- [15] 唐宇, 程森, 窦玉青, 等. 云南宣威初烤烟叶外观质量性状与内在品质的关系[J]. 烟草科技, 2011(3): 72-76.
- [16] 汤朝起, 刘伟, 潘红源, 等. 烤烟外观质量的评价延伸指标与内在品质的关系[J]. 烟草科技, 2011(9): 71-74.
- [17] 唐启义, 冯明光. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及模型优化[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 907-932.