

重庆烤烟品质年际变化及感官品质的影响因素分析

江厚龙¹, 马红辉², 李勇¹, 李纳钾¹, 张艳¹, 耿莉娜¹, 丁伟¹

(¹重庆烟草科学研究所/西南大学植物保护学博士后科研流动站, 重庆 400715,

²重庆市烟草公司, 重庆 400020)

摘要:为分析重庆烤烟品质特征的年际变化及化学成分与感官质量的关系,对12个产区5年的245个烤后烟叶样品进行分析。结果表明,总糖和还原糖含量以2010年和2011年最高;而总氮、烟碱和氯含量以2010年和2011年最低;中上部叶钾含量呈逐年递减趋势。糖碱比仅以上部叶较适宜,而氮碱比则以下部叶较适宜,3个部位的钾氯比均高于适宜范围。3个部位烟叶的感官质量均有逐年改善的趋势。典型相关分析表明,下部叶的刺激性与总氮含量呈正相关;甜度与总氮含量呈负相关;香气量与氯和糖碱比呈负相关,与氮碱比呈正相关。中部叶的刺激性与烟碱含量呈正相关,与钾含量呈负相关。香气质呈现随还原糖和钾的增加而改善、随总糖的提高而降低的趋势;柔细度与烟碱呈负相关,与钾、氮碱比和两糖差呈正相关;杂气随糖碱比呈正相关,与氮碱比呈负相关;甜度随糖碱比增加而增加。上部叶的刺激性随烟碱和糖碱比的增加而增加。

关键词:重庆;年际变化;烤烟;感官品质;典型相关

中图分类号:S572

文献标志码:A

论文编号:2013-3410

Inter-annual Variance of Flue-cured Tobacco Quality and Analysis Factors of Sensory Quality in Chongqing Tobacco Districts

Jiang Houlong¹, Ma Honghui², Li Yong¹, Li Naja¹, Zhang Yan¹, Geng Lina¹, Ding Wei¹

(¹Chongqing Tobacco Science Research Institute, Southwest University/Postdoctoral Research Station of Plant Protection, Chongqing 400715; ²Chongqing Tobacco Company, Chongqing 400020)

Abstract: To study the inter-annual variance of tobacco quality and the correlativity between chemical components and sensory quality in Chongqing, 245 samples from twelve tobacco growing counties among five years in Chongqing were analyzed. The results indicated that the content of total sugar and reducing sugar in 2010 and 2011 years were at first level, while the content of total nitrogen and nicotine in 2010 and 2011 years were at lowest level. The content of K₂O of middle and upper leaf reached the significant level in different years. The ratio of reducing sugar to nicotine was suitable for upper leaf, and the ratio of nitrogen to nicotine was suitable for lower leaf. However, the ratios of K₂O to Cl⁻ were higher than the fitting range in three stalk positions. The sensory qualities of three stalk positions have been basically improved year by year. Canonical correlation analysis showed that the irritation of lower leaf was significantly positively correlated with total nitrogen. However, the sweetness was significantly negatively correlated with total nitrogen. Aroma quantity was significantly negatively correlated with the ratio of reducing sugar to nicotine and the content of Cl⁻, but it was significantly positively correlated with the ratio of nitrogen to nicotine. In the terms of middle leaf, the irritation increased with the decrease of K₂O, and increased with the increase of nicotine; Aroma quality was improved by the increasing of reducing and K₂O, and fell with the total sugar. The softness was significantly

基金项目:重庆市烟草专卖局项目“重庆烟区不适用鲜烟叶优化技术研究”(NY20130501070003)。

第一作者简介:江厚龙,男,1980年出生,河南信阳人,农艺师,博士,西南大学植物保护学在读博士后,主要从事烟草栽培与生理生态研究。通信地址:400715 重庆市北碚区天生路2号 棉研楼 重庆烟草科学研究所, Tel: 023-68250770, E-mail: jhl513@163.com。

通讯作者:丁伟,1966年出生,教授,博士生导师,主要从事天然产物农药和烟草有害生物系统控制的研究。

收稿日期:2013-12-30, **修回日期:**2014-02-19。

negatively correlated with nicotine, and was significantly positively correlated with K_2O , ratio of nitrogen to nicotine and difference of total sugar and reducing sugar. Offensive taste was significantly positively correlated with the ratio of reducing sugar to nicotine, significantly negatively correlated with the ratio of nitrogen to nicotine. The sweetness increased along with increasing of the ratio reducing sugar to nicotine. The irritation increased along with increasing of nicotine and the ratio of nitrogen to nicotine in upper leaf.

Key words: Chongqing; inter-annual variance; flue-cured tobacco; sensory quality; canonical correlation analysis

0 引言

烟叶是卷烟工业的重要原料,其质量的高低直接决定着卷烟质量^[1]。化学成分组成决定着烟叶质量的高低,其含量及比例对卷烟的感官质量有着较大的影响^[2]。因此,化学成分组成及其协调性是决定烟叶质量的内在因素之一^[3]。感官品质是烟叶质量评价的主要手段和重要依据^[4],是内在化学组分及协调性的感官体现。所以,烟叶化学组分及协调性与感官品质一直是烟叶质量评价领域中最为关注的问题。杜娟^[5]研究了国内主产烟区不同部位烟叶主要化学成分与感官质量的关系;常爱霞等^[6]研究了中国部分省及进口烟叶化学成分与感官品质间的关系表明,与总体感官质量的相关程度由大到小的顺序为:总氮>烟碱>总糖>两糖差>有机钾>还原糖>糖碱比>无机硫>钾硫比>两糖比>钾氯比>氮碱比>总氯>总钾(“-”表示负相关,“+”表示正相关)。胡建军等^[7]研究了湖南、贵州、山东和河南等4省烤烟化学成分与感官质量的关系。程传玲等^[8]研究了湖南、贵州和云南3个烟区烤烟的化学成分与感官质量的关系。目前,未见利用多年数据来分析烟叶化学成分及其协调性对感官品质影响的报道。本研究利用重庆2008—2012年烤烟样品数据,分析了化学成分及其协调性和感官品质的年际变化情况,并对化学成分及派生指标与感官品质进行的典型相关分析,旨在为重庆优质烤烟生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集与分析

研究取重庆市彭水、巫山、酉阳、武隆、黔江、石柱、巫溪、丰都、奉节、万州、南川等12个产烟区县2008—2012年烤后样品245个,其中X2F样品82个、C3F样品83个、B2F样品80个,试验品种为‘云烟87’。

所有烟叶样品属性均由重庆市烟草公司测试中心测定。化学指标采用流动分析仪测定;感官评吸指标由川渝中烟、湖南中烟、上海集团等评吸员按照YC/T 138—1998《烟草及烟草制品感官评价方法》进行评吸,评吸前将各样品适当回潮后抽去叶柄和主脉,烟叶经

切丝后卷制成单料烟,于温度为 $(22\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $(60\pm 5)\%$ 的恒温恒湿箱中平衡水分72 h后供评吸用。

1.2 统计分析方法

为了便于统计,把烟叶化学成分总糖(x_1)、还原糖(x_2)、烟碱(x_3)、氯(x_4)、钾(x_5)、总氮(x_6)作为一组变量;把烟叶化学成分协调性指标两糖差(z_1)、糖碱比(z_2)、氮碱比(z_3)、钾氯比(z_4)作为一组变量;把感官评价指标香气质(y_1)、香气量(y_2)、杂气(y_3)、刺激性(y_4)、透发性(y_5)、柔细度(y_6)、甜度(y_7)、余味(y_8)、浓度(y_9)、劲头(y_{10})作为一组变量。采用SPSS 19.0进行统计分析,具体分析参考文献[9-10]进行。

2 结果与分析

2.1 烤烟品质年际变化

2.1.1 化学成分年际变化 重庆烟区2008—2012年烤烟3个部位烟叶化学成分统计结果见表1。由表可知,烤烟总糖和还原糖含量均以中部叶最高,其次为下部叶,上部叶含量最低;烟碱、总氮和氯含量随部位的升高而增加;钾含量则有随部位的升高而降低的趋势。2010和2011年的总糖和还原糖含量均较其他年份高,且与部分年份间具有显著差异($P<0.05$);这2年间的总氮、烟碱和氯含量也较其他年份有所降低。下部叶钾含量年际间差异不显著,中部叶和上部叶间含量有逐年递减的趋势。

根据王瑞新^[11]定义的烟叶化学成分适宜含量标准:总糖(20%~25%)、还原糖(18%~24%)、烟碱(1.5%~2.5%)、总氮(1.5%~3.0%)、钾($>2\%$)、氯(0.4%~0.8%),认为3个部位的总糖和还原糖含量均较高(B2F的还原糖除外),这可能会降低烟气的强度和劲头^[12]。中下部叶烟碱含量适宜,上部叶含量过高,这将导致上部叶烟气劲头过大^[13]。上、中、下部烟叶的总氮含量均较适宜。由氯含量结果来看,3个部位烟叶的氯含量均较低,这将影响烟叶的阴燃时间^[14],关博谦等^[15]在研究重庆烟叶时也发现了这一问题。中下部烟叶钾量均适宜,上部叶钾含量略低。

2.1.2 化学成分协调性年际变化 2008—2012年烟叶

表1 烤烟化学成分含量的年际变化 %

项目		总糖	还原糖	烟碱	氯	钾	总氮
X2F	2008	26.89±3.18a	22.34±3.55a	1.96±0.38b	0.19±0.05b	2.19±0.65a	1.90±0.22bc
	2009	27.93±2.89a	23.77±3.01a	2.13±0.38b	0.12±0.05a	2.52±0.40a	1.94±0.24c
	2010	30.42±2.28b	26.58±1.70b	1.64±0.40a	0.10±0.04a	2.44±0.28a	1.58±0.20a
	2011	30.83±1.88b	26.66±2.57b	1.56±0.36a	0.12±0.06a	2.32±0.35a	1.76±0.16b
	2012	28.80±3.21ab	23.96±2.67a	1.69±0.26a	0.17±0.05b	2.31±0.39a	1.74±0.28ab
	均值	29.20	24.84	1.75	0.14	2.34	1.77
C3F	2008	31.09±3.72a	26.15±3.77a	2.55±0.63b	0.18±0.07b	2.42±0.39b	1.99±0.23b
	2009	33.01±3.26ab	26.67±3.24ab	2.70±0.45b	0.16±0.07ab	2.46±0.58b	1.97±0.15b
	2010	32.41±3.26ab	27.85±3.40ab	2.51±0.61b	0.13±0.04a	2.05±0.39a	1.71±0.22a
	2011	33.82±1.91b	28.45±2.77ab	2.10±0.37a	0.14±0.05a	2.10±0.42a	1.82±0.13a
	2012	33.67±2.62b	29.00±3.40b	2.46±0.54ab	0.16±0.05ab	1.86±0.36a	1.74±0.25a
	均值	32.97	27.84	2.41	0.15	2.13	1.83
B2F	2008	25.37±4.21a	20.22±4.55a	3.79±0.71bc	0.19±0.09ab	2.10±0.52b	2.50±0.42c
	2009	27.28±4.97ab	22.30±3.69ab	4.05±0.69c	0.15±0.07a	1.83±0.39a	2.22±0.20b
	2010	29.68±3.50b	25.92±2.83c	3.47±0.78ab	0.17±0.06ab	1.79±0.21a	1.93±0.28a
	2011	28.66±3.17b	24.13±3.48bc	3.08±0.44a	0.17±0.05ab	1.75±0.31a	2.22±0.25b
	2012	28.51±3.51b	23.32±2.39bc	3.13±0.61a	0.22±0.07b	1.66±0.23a	2.07±0.32ab
	均值	28.07	23.33	3.38	0.18	1.80	2.18

注: 同列不同字母表示在 0.01 水平上差异显著, 下同。

化学成分协调性指标统计于表 2。总体来看,糖碱比、氮碱比和钾氯比随烟叶部位的升高而逐渐降低;两糖差以中部叶最大,其次为上部叶,下部叶最小。一般认为,氮碱比值为 1 时较好,糖碱比适宜范围为 6~10,钾氯比值最好大于 4^[6]。笔者发现,下部叶的氮碱比最接近 1,部位越上,氮碱比越小,且同部位年际差异不大。糖碱比结果显示,2010 和 2011 年的值均大于其他年份,仅上部叶的糖碱比适宜,中下部叶糖碱比均高于适宜范围。3 个部位的钾氯比均较大,主要是因为氯含量较低造成的,这可能会影响到烟叶的燃烧性和阴燃持火时间^[7]。

2.1.3 感官品质年际变化 重庆 2008—2012 年烟叶感官品质分析结果如图 1~3。就下部叶而言(图 1),香气质有逐年增加的趋势;香气量呈增加而后略有降低;杂气和透发性均以 2010 年最好,而浓度、劲头、余味和柔细度得分值以 2010 年最低,这可能是该年份烟叶的烟碱和总氮含量较低所致^[11];2008 和 2009 年烟叶甜度分值显著低于后 3 年。

就中部叶而言(图 2),香气质分值呈逐年上升,而香气量分值则呈波浪式上升;2009 年烟叶的杂气、刺激性、透发性、柔细度、甜度、余味、浓度的分值均最低;

表2 烤烟化学成分协调性的年际变化

项目	两糖差	糖碱比	氮碱比	钾氯比	
X2F	2008	4.54a	11.94a	1.00a	11.80a
	2009	4.16a	11.62a	0.94a	25.78b
	2010	3.84a	17.01bc	1.01a	29.63b
	2011	4.18a	18.21c	1.18b	25.03b
	2012	4.84a	14.69ab	1.04ab	14.40a
	均值	4.36	15.21	1.05	20.82
C3F	2008	4.94ab	10.94a	0.83ab	14.81ab
	2009	6.34c	10.22a	0.75ab	18.06b
	2010	3.96a	12.28ab	0.72a	16.98b
	2011	4.82ab	14.24b	0.89b	16.88b
	2012	5.82bc	11.96ab	0.75ab	12.79a
	均值	5.14	12.27	0.80	15.64
B2F	2008	5.15a	5.68a	0.67b	13.63b
	2009	4.98ab	5.76a	0.56a	14.76b
	2010	3.76a	8.16b	0.58a	11.47ab
	2011	4.52ab	8.07b	0.73b	11.43ab
	2012	5.20b	7.81b	0.67b	8.47a
	均值	4.73	7.36	0.66	11.38

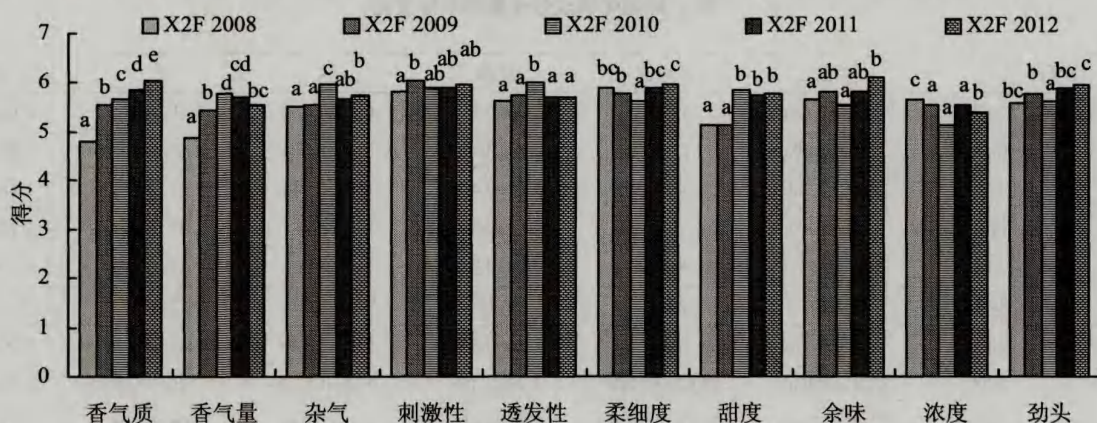


图1 烤烟下部叶感官品质的年际变化

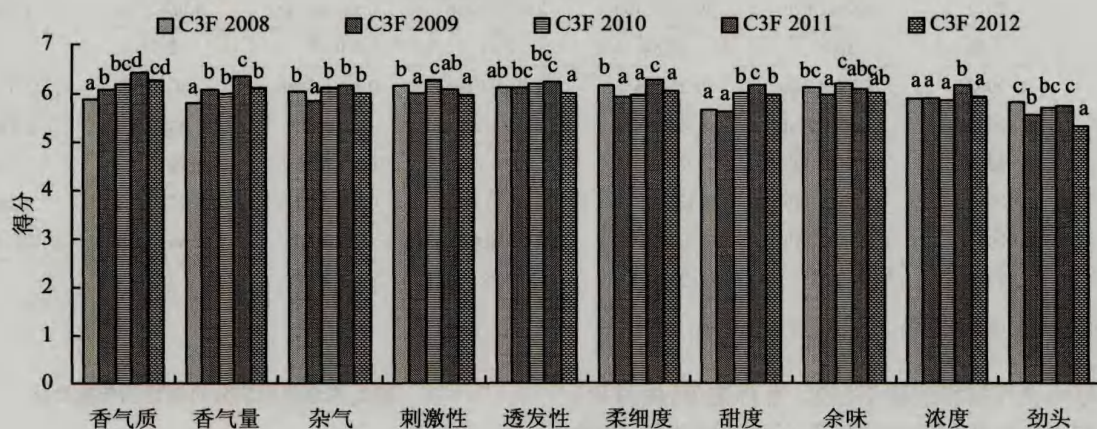


图2 烤烟中部叶感官品质的年际变化

2011年烟叶的香气质、香气量、杂气、透发性、柔细度、甜度、浓度和劲头的分值则最高;2012年烟叶的刺激性、透发性、柔细度、浓度和劲头的分值则最低。

就上部叶而言(图3),各项指标均有逐年改善的趋势,所有评吸指标分值均以2008年最低;香气质、香

气量、杂气、透发性、柔细度、甜度、浓度和劲头的分值以2011年为最高;2012年烟叶的劲头和柔细度较低,其他指标则属中等偏上。

2.2 感官品质影响因素分析

2.2.1 化学成分对下部叶感官品质的影响 下部烟叶化

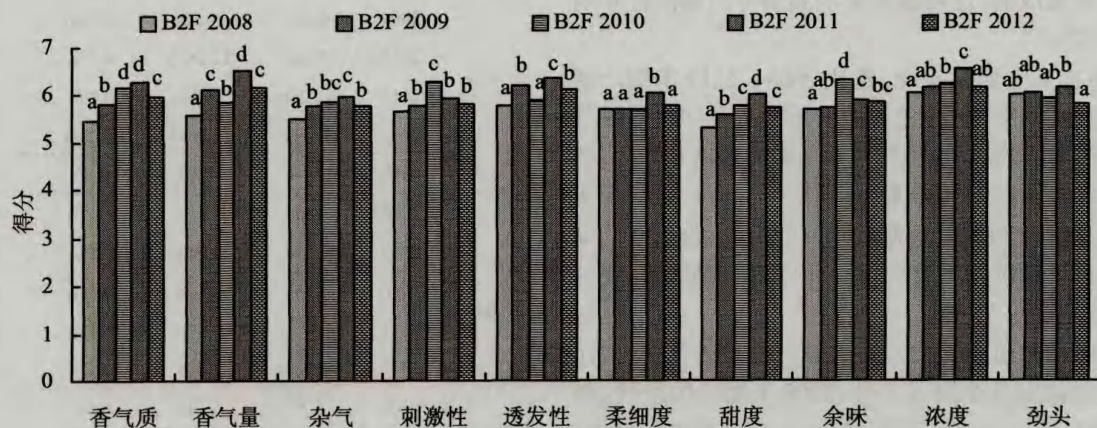


图3 烤烟上部叶感官品质的年际变化

表3 化学成分与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.204 ^{**}	$u_1 = -0.22x_1 - 0.25x_2 + 0.32x_3 + 0.03x_4 - 0.14x_5 + 0.41x_6$ $v_1 = -0.40y_1 - 0.03y_2 - 0.17y_3 + 0.42y_4 + 0.02y_5 - 0.25y_6 - 0.47y_7 + 0.00y_8 + 0.26y_9 - 0.34y_{10}$
2	0.382 [*]	$u_2 = -0.67x_1 + 0.10x_2 + 0.41x_3 - 1.02x_4 + 0.22x_5 - 0.35x_6$ $v_2 = -0.28y_1 + 0.94y_2 - 0.39y_3 + 0.53y_4 + 0.57y_5 - 0.44y_6 - 0.49y_7 - 0.10y_8 - 0.09y_9 + 0.03y_{10}$

学成分与感官品质的典型相关分析结果见表3。由表3可知,烟叶化学成分与感官品质的典型相关系数中,第1典型相关系数均达极显著水平,第2典型相关系数均达显著水平,因此,仅取前2对典型变量进行分析。

在达到显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中,由 u_1 与原始数据 x_i 的相关关系可知,它与 x_6 (总氮)呈正相关关系,相关系数为0.41。 u_1 可理解为主要描述总氮的综合性状。 v_1 与 y_4 (刺激性)呈正相关,与 y_7 (甜度)呈负相关,相关系数分别为0.42、-0.47。因此,可理解为 v_1 主要描述了刺激性和甜度的综合性状。这一线性组合说明了,烟叶总氮与刺激性和甜度有着密切关系。在一定范围内,随着总氮增加,烟气的甜度有降低的趋势,刺激性分值有增加的趋势。这可能是因为下部叶还原糖和总糖含量较高,烟碱和总氮含量较低,烟气酸碱不协调,如增加总氮含量有利于烟气平衡,从而降低刺激性。陈雨峰等^[19]的报道也显示,总氮和烟气刺激性呈极显著负相关。

达到显著水平的第2典型变量(u_2, v_2)中, u_2 与 x_1 (总糖)和 x_4 (氯)呈负相关关系,相关系数分别为-0.67、-1.02。故 u_2 可理解为主要描述总糖、氯的综合性状,即随着烟叶总糖、氯含量的提高, u_2 有明显的降低趋势。由 v_2 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出, v_2 与 y_2 (香气量)呈正相关关系,相关系数为0.94。这一线性组合说明,在一

定范围内,随着总糖和氯含量的增加,烟气的香气量有降低的趋势。林祖斌等^[19]也认为,随着氯素含量的增加,烟气香气量有降低的趋势。另外,本研究显示,烟叶的总糖含量已经超出最适范围,如果继续增加总糖含量势必会降低烟叶的香气量。

2.2.2 化学成分协调性对下部叶感官品质的影响 下部叶化学成分协调性与感官品质的典型相关分析结果见表4。由表4知,烟叶化学成分协调性与感官品质的典型相关系数中,仅第1典型相关系数均达到极显著水平。因此,仅对1对典型变量进行分析。

在极达到显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中,由 u_1 与原始数据 z_i 的相关关系可知,它与 z_2 (糖碱比)呈负相关关系,相关系数为-0.92;与 z_3 (氮碱比)呈正相关关系,相关系数为0.87。因此,可理解为 u_1 主要描述了糖碱比和氮碱比的综合性状。由 v_2 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出,它与 y_2 (香气量)呈正相关关系,相关系数为0.59。故可理解为 v_2 主要描述了香气量的综合性状。这一线性组合说明了,烟叶香气量与糖碱比和氮碱比有着密切关系。在一定范围内,随糖碱比的降低和氮碱比的增加,烟叶的香气量也随之增加。这可能与重庆烟叶糖碱比较高、氮碱比较低有关。李洪勋等^[20]也报道了糖碱比与香气量呈显著负相关关系。

2.2.3 化学成分对中部叶感官品质的影响 中部烟叶化

表4 化学成分协调性与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.37 ^{**}	$u_1 = 0.33z_1 - 0.92z_2 + 0.87z_3 - 0.48z_4$ $v_1 = 0.24y_1 + 0.59y_2 + 0.34y_3 + 0.01y_4 - 0.19y_5 + 0.16y_6 - 0.27y_7 + 0.23y_8 - 0.23y_9 - 0.45y_{10}$

表5 化学成分与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.153 ^{**}	$u_1 = 0.45x_1 - 0.67x_2 + 0.95x_3 - 0.11x_4 - 0.84x_5 - 0.14x_6$ $v_1 = 0.15y_1 - 0.14y_2 + 0.32y_3 - 0.38y_4 - 0.04y_5 - 0.30y_6 - 0.109y_7 + 0.29y_8 + 0.13y_9 + 0.20y_{10}$
2	0.315 ^{**}	$u_2 = 0.95x_1 - 0.83x_2 + 0.26x_3 + 0.08x_4 - 0.81x_5 + 0.35x_6$ $v_2 = -0.91y_1 + 0.16y_2 - 0.32y_3 - 0.60y_4 - 0.45y_5 - 0.42y_6 - 0.24y_7 + 0.46y_8 + 0.09y_9 + 0.24y_{10}$
3	0.512 [*]	$u_3 = 0.48x_1 - 0.33x_2 - 0.75x_3 + 0.15x_4 - 0.35x_5 + 1.12x_6$ $v_3 = -0.42y_1 + 0.58y_2 - 0.61y_3 - 0.04y_4 - 0.56y_5 + 0.91y_6 - 0.24y_7 - 0.01y_8 + 0.24y_9 + 0.23y_{10}$

学成分与感官品质的典型相关分析结果见表5。由表5可知,烟叶化学成分与感官品质的典型相关系数中,第1、2典型相关系数均达到极显著水平,第3典型相关系数均达到显著水平,因此,取前3对典型变量进行分析。

达到极显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中, u_1 与 x_3 (烟碱)呈正相关关系,相关系数为0.95,与 x_5 (钾)呈负相关关系,相关系数为-0.84。故 u_1 可理解为主要描述烟碱、钾的综合性状,即随着烟叶烟碱含量的提高或钾含量的降低, u_1 有明显的增加趋势。由 v_1 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出, v_1 与 y_4 (刺激性)呈负相关关系,相关系数为-0.38。这一线性组合说明,在本研究范围内,随着烟碱含量的增加或钾含量的降低,烟气的刺激性有增加的趋势。毕淑峰^[21]也发现烟叶刺激性与烟碱含量呈极显著正相关。

达到极显著水平的第2典型变量(u_2, v_2)中, u_2 与 x_1 (总糖)呈正相关关系,相关系数为0.95;与 x_2 (还原糖)、 x_3 (钾)呈负相关关系,相关系数为-0.83、-0.81。故 u_2 可理解为主要描述总糖、还原糖和钾的综合性状。由 v_2 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出, v_2 与 y_1 (香气

质)呈负相关关系,相关系数为-0.91。这一线性组合说明,在本研究范围内,降低总糖含量、增加还原糖和钾含量均能提高烟叶的香气质。闫金玉等^[22]也认为发现香气质与钾和还原糖含量呈正相关。

达到显著水平的第3典型变量(u_3, v_3)中, u_3 与 x_3 (烟碱)呈负相关关系,相关系数为-0.75;与 x_6 (钾)呈正相关关系,相关系数为1.12。故 u_3 可理解为主要描述烟碱、钾的综合性状。由 v_3 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出, v_3 与 y_6 (柔细度)呈相关关系,相关系数为0.91。故 v_3 主要描述了柔细度的综合性状。这一线性组合说明,在本研究范围内,降低烟碱含量、增加钾含量均能提高烟叶的柔细度。李洪勋等^[20]研究也发现,贵州烤烟中部叶烟气的柔细度与烟碱含量呈负相关,与钾含量呈正相关。

2.2.4 化学成分协调性对中部叶感官品质的影响 中部叶化学成分协调性与感官品质的典型相关分析结果见表6。由表6可知,烟叶化学成分协调性与感官品质的典型相关系数中,第1、2典型相关系数均达到极显著水平,第3典型相关系数均达到显著水平。因此,对前3对典型变量进行分析。

表6 化学成分协调性与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.259 ^{**}	$u_1 = -0.38z_1 + 1.03z_2 - 0.18z_3 - 0.07z_4$ $v_1 = -0.53y_1 - 0.01y_2 - 0.07y_3 + 0.55y_4 + 0.41y_5 + 0.39y_6 + 1.05y_7 - 0.53y_8 - 0.22y_9 - 0.24y_{10}$
2	0.453 ^{**}	$u_2 = -0.51z_1 - 1.02z_2 + 1.19z_3 + 0.62z_4$ $v_2 = -0.53y_1 - 0.29y_2 + 0.90y_3 + 0.40y_4 + 0.10y_5 + 0.29y_6 - 0.24y_7 - 0.27y_8 + 0.32y_9 + 0.27y_{10}$
3	0.675 [*]	$u_3 = -0.62z_1 - 0.06z_2 - 0.68z_3 + 0.21z_4$ $v_3 = 0.38y_1 - 0.68y_2 + 0.30y_3 - 0.15y_4 + 0.62y_5 - 0.76y_6 + 0.19y_7 + 0.43y_8 + 0.06y_9 + 0.26y_{10}$

在达到极显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中,由 u_1 与原始数据 z_i 的相关关系可知,它与 z_2 (糖碱比)呈正相关关系,相关系数为1.03。因此,可理解为 u_1 主要描述了糖碱比的综合性状。由 v_1 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出,它与 y_7 (甜度)呈正相关关系,相关系数为1.05。故可理解为 v_1 主要描述了甜度的综合性状。这一线性组合说明了,烟叶甜度与糖碱比有着密切关系,在一定范围内,随糖碱比的增加,烟叶的甜度也随之增加。

在达到极显著水平的第2典型变量(u_2, v_2)中,由 u_2 与原始数据 z_i 的相关关系可知,它与 z_3 (氮碱比)呈正相关关系,相关系数为1.19;与 z_2 (糖碱比)呈负相关关系,相关系数为-1.02。因此,可理解为 u_2 主要描述了糖碱比和氮碱比的综合性状。由 v_2 与原始数据 y_i 的相

关系数可以看出,它与 y_3 (杂气)呈正相关关系,相关系数为0.90。故可理解为 v_2 主要描述了杂气的综合性状。这一线性组合说明了,烟叶的杂气与氮碱比、糖碱比有着密切关系,在一定范围内,增加糖碱比的或降低氮碱比,都会增加烟叶的杂气。这可能与重庆烟叶的糖碱比较高、氮碱比较低有关。

在达到显著水平的第3典型变量(u_3, v_3)中,由 u_3 与原始数据 z_i 的相关关系可知,它与 z_1 (两糖差)和 z_3 (氮碱比)呈负相关关系,相关系数分别为-0.62、-0.68。因此,可理解为 u_3 主要描述了两糖差和氮碱比的综合性状。由 v_3 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出,它与 y_6 (柔细度)呈负相关关系,相关系数为-0.76。故可理解为 v_3 主要描述了烟气柔细度的综合性状。这一线性组合说明了,烟叶氮碱比、两糖差与柔细度有着密切关

系,在一定范围内,增加氮碱比和两糖差,可以一定程度地提高烟气的柔细度。李洪勋等^[20]在研究贵州烤烟中部叶时也发现类似的规律。

2.2.5 化学成分对上部叶感官品质的影响 上部烟叶化学成分与感官品质的典型相关分析结果见表7。由表7可知,烟叶化学成分与感官品质的典型相关系数中,仅第1典型相关系数达到极显著水平。因此,仅就第1对典型变量进行分析。

达到极显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中, u_1 与 x_3 (烟碱)呈正相关关系,相关系数分别为0.57。故 u_1 可理解为主要描述烟碱的综合性状,即随着烟叶烟碱含

量的提高, u_1 有明显的增加趋势。由 v_1 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出, v_1 与 y_4 (刺激性)呈负相关关系,相关系数为-0.57。可理解为随着的 y_4 增加, v_1 随之降低。这一线性组合说明,在本研究范围内,随着上部叶烟碱含量的增加,烟气的刺激性有增加的趋势。可能是因为重庆上部烟叶烟碱含量较高,增加其含量导致了烟气刺激性的增加。

2.2.6 化学成分协调性对上部叶感官品质的影响 上部叶化学成分协调性与与感官品质的典型相关分析结果见表8。由表8可知,烟叶化学成分协调性与感官品质的典型相关系数中,第1典型相关系数均达到极显著

表7 化学成分与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.202**	$u_1=0.03x_1-0.23x_2+0.57x_3+0.06x_4+0.20x_5+0.27x_6$ $v_1=-0.06y_1-0.41y_2-0.25y_3-0.57y_4+0.20y_5+0.12y_6-0.37y_7+0.40y_8+0.35y_9+0.41y_{10}$

表8 化学成分协调性与感官品质的典型相关

序号	典型相关系数	典型变量
1	0.30**	$u_1=-0.05z_1+1.06z_2-0.14z_3+0.00z_4$ $v_1=-0.02y_1+0.17y_2+0.41y_3+0.67y_4-0.03y_5-0.15y_6+0.35y_7-0.50y_8-0.47y_9-0.31y_{10}$

水平。因此,仅对第1对典型变量进行分析。

在达到极显著水平的第1典型变量(u_1, v_1)中,由 u_1 与原始数据 z_i 的相关关系可知,它与 z_2 (糖碱比)呈正相关关系,相关系数为1.06。因此,可理解为 u_1 主要描述了糖碱比的综合性状,即糖碱比的增加将导致 u_1 的提高。由 v_1 与原始数据 y_i 的相关系数可以看出,它与 y_4 (刺激性)呈正相关关系,相关系数为0.67。故可理解为 v_1 主要描述了刺激性的综合性状。这一线性组合说明,烟叶刺激性与糖碱比有着密切关系,在一定范围内,随糖碱比的增加,烟叶的刺激性也随之增加。

3 结论与讨论

化学成分是评价烤烟质量的重要指标^[3],各化学成分间的平衡协调程度决定烟叶的工业使用价值^[23]。本研究表明,总糖和还原糖含量均以中部叶最高,其次为下部叶,上部叶含量最低;烟碱、总氮和氯含量随烟叶部位的升高而增加;钾含量则呈随烟叶部位的升高而降低的趋势。2010和2011年的总糖和还原糖含量均高于其他年份,而总氮、烟碱和氯含量则低于其他年份。下部叶钾含量年际间差异不显著,中部叶和上部叶钾含量有逐年递减的趋势。各年份3个部位烟叶的氯含量均明显低于适宜含量范围^[11],通过施肥等措施来提高烟叶中氯含量将是今后重庆烟叶品质改良的主

攻方向之一。3个部位烟叶的总糖、氯和钾含量的年际间变化不大,黄平俊等^[24]研究发现,浏阳烟叶的总糖、还原糖、烟碱、蛋白质、钾、氯、糖碱比和钾氯比的年度间差异不显著。烟叶糖碱比、氮碱比和钾氯比均表现为随部位升高而降低的趋势,而两糖差则以中部叶最大,其次为上部叶,下部叶最小。糖碱比仅上部叶较适宜,氮碱比仅下部叶较适宜,3个部位的钾氯比均较高。

烤烟感官品质是烟叶主要的质量特性之一^[25],由于受到多重因素的影响^[26-28],烤烟感官品质在年际间往往存在较大的差异。笔者的研究显示,各部位烟叶的感官质量年际间变化较大,中下部叶的香气质和香气量有逐年增加的趋势,上部叶则以2011年最好;就浓度和劲头而言,下部叶以2010年最差,中上部叶以2011年最好;由杂气分值来看,下部叶以2010年最好,中上部叶以2011年最好。郑聪等^[29]在研究河南省三门峡市发现,烟叶感官品质年际间具有显著的差异。总体来看,重庆烤烟感官品质有逐渐改善的趋势。这主要是因为重庆市烟草公司近年来推行的增施饼肥、控制氮肥等合理施肥措施,提高了烟叶香气油分,改善了烤烟品质;“3515”移栽法(即每个种植单元3天内栽完、同一海拔高度在5天内栽完,同一个植烟区县15天

完成大田移栽工作),提高了烟叶田间整齐度;“三段六步式”烘烤工艺,提高了烘烤质量;“四分法”收购(分炕堆放、分炕分级、分部位预检、分部位收购),提高了收购质量,这些技术和管理措施有效提升了重庆烟叶生产管理水平,改善了烟叶品质。

化学成分是决定烟叶质量的内在因素^[30],感官质量是反映烟叶吸食品质的指标,烤烟的化学成分与感官质量间具有较高的相关性^[6]。研究表明,下部叶的刺激性与总氮含量呈正相关关系;甜度与总氮呈负相关关系;香气量与氯含量和糖碱比呈负相关关系,与氮碱比呈正相关。闫克玉等^[22]的研究则显示,香气量与氯含量、糖碱比和氮碱比均呈负相关关系,刺激性与总氮含量呈极显著负相关关系。中部叶的香气与还原糖和钾含量呈正相关关系,与总糖含量呈负相关关系,张新龙等^[31]研究表明,还原糖和总糖含量均与香气呈正相关关系,可能与其研究材料的总糖含量较低,而本研究烟叶的总糖含量较高有关。刺激性与烟碱含量呈正相关关系,与钾含量呈负相关关系,胡建军等^[7]也报道了烟碱与烟气的刺激性呈正相关关系。柔细度与烟碱含量呈负相关关系,与钾含量、氮碱比和两糖差呈正相关关系。杂气与糖碱比呈正相关关系,与氮碱比呈负相关关系,也有报道了烟叶杂气与糖碱比呈正相关关系^[31]。上部叶的刺激性随烟碱含量和糖碱比的增加而增加,朱保昆等^[32]利用50个等级烟叶研究显示,烟气的刺激性与糖碱比呈极显著正相关关系,与烟碱极显著负相关关系。

参考文献

- [1] 赵铭钦,刘国顺.香料烟成华过程中烟叶化学成分与品质变化的研究[J].中国烟草学报,2006(2):29-33.
- [2] 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.
- [3] 欧阳文,田丽梅.烟叶主要化学成分的平衡与烟叶质量品质关系对比分析研究[J].烟草科学研究,2006(4):68-70,18.
- [4] 张勇刚,宋朝鹏,李常军,等.熵权模糊综合评价法在烤烟感官质量评价中的应用[J].中国烟草学报,2010,(6):33-36
- [5] 杜娟,张楠,许自成,等.烤烟不同部位烟叶主要化学成分与感官质量的关系[J].郑州轻工业学院学报:自然科学版,2011,26(2):16-20.
- [6] 常爱霞,杜咏梅,付秋娟,等.烤烟主要化学成分与感官质量的相关性分析[J].中国烟草科学,2009,30(6):9-12.
- [7] 胡建军,马明,李耀光,等.烟叶主要化学指标与其感官质量的灰色关联分析[J].烟草科技,2001(1):3-7
- [8] 程传玲,唐琦,汪文良,等.烤烟常规化学成分与感官质量的典型相关分析[J].贵州农业科学,2011,39(1):59-60.
- [9] 许自成,陈伟,肖汉乾,等.烤烟硝酸盐含量与土壤养分的关系[J].生态学报,2006,26(6):1889-1895.
- [10] 叶协锋,刘国顺,凌爱芬,等.烤烟巨三烯酮含量与土壤理化性状的典型相关分析[J].生态学报,2009,29(8):4223-4230
- [11] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003:16-46,155-175.
- [12] Fenner R A. Thermo-analytical characterization of tobacco constituents[J]. Rec Adv Tob Sci,1988(14):82-113.
- [13] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:71-72
- [14] 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,1996:50-51
- [15] 关博谦,石孝均,霍沁建,等.重庆市烟区土壤-烤烟氯素含量及其变化研究[J].水土保持学报,2005,19(1):89-92
- [16] 王彦亭,谢剑平,李志宏.中国烟草种植区划[M].北京:科学出版社,2010:33.
- [17] 李章海,丁伟.烟草生产理论与技术[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2002:49-53.
- [18] 陈雨峰,叶晓青,陈建潭,等.南雄不同品种烤烟主要化学成分对评吸质量的影响[A].中国烟草学会工业专业委员会2010年烟草工艺学术研讨会论文集[C].2010:244-248.
- [19] 林祖斌,梁颂捷,林伟杰,等.不同施氮量对烤烟产质量的影响[J].福建农业科技,2000(3):12-13.
- [20] 李洪勋,潘文杰,李建伟,等.烤烟内在化学成分含量与感官评吸指标的关系分析[J].湖北农业科学,2013,52(8):1836-1841.
- [21] 毕淑峰.云南烤烟评吸质量与化学成分的关系研究[J].黄山学院学报,2005,7(3):61-63.
- [22] 闫克玉,王建民,屈剑波,等.河南烤烟评吸质量与主要理化指标的相关分析[J].烟草科技,2001(10):5-9.
- [23] 杜摇文,谭新良,易建华,等.用烟叶化学成分进行烟叶质量评价[J].中国烟草学报,2007,13(3):25-31.
- [24] 黄平俊,欧阳花,易建华,等.浏阳烟区不同年份烤烟主要化学成分的变异分析[J].作物杂志,2008(6):30-33.
- [25] 于建军.卷烟工艺学[M].北京:中国农业出版社,2003:37-39.
- [26] 邓小华,周冀衡,陈冬林,等.湖南烤烟氯含量状况及其对评吸质量的影响[J].烟草科技,2008(2):14-18.
- [27] 杜咏梅,郭承芳,张怀宝,等.水溶性糖、烟碱、总氮含量与烤烟吃味品质的关系研究[J].中国烟草科学,2000(1):7-10.
- [28] 邓小华,周冀衡,赵松义,等.湖南烤烟硫含量的区域特征及其对烟叶评吸质量的影响[J].应用生态学报,2007,18(12):2853-2859.
- [29] 郑聪,许自成,苏永土,等.三门峡烟区不同年份烤烟化学成分和感官质量的变异[J].浙江农业科学,2010(1):200-206.
- [30] 许自成,王林,王金平,等.湖南烤烟化学成分与土壤有机质含量的关系分析[J].生态学杂志,2006,25(10):1186-1190.
- [31] 张新龙,卢彦华,孙强,等.山东烟叶的品种和化学成分与其感官质量的相关分析[J].郑州轻工业学院学报:自然科学版,2010,25(4):16-19.
- [32] 朱保昆,朱东来,王明锋,等.烤烟主要化学指标与感官舒适度的相关性分析[J].中国烟草科学,2011,32(6):17-20,25.