

烤烟香气风格的研究进展

金亚波, 韦建玉, 李桂湘

(广西中烟工业有限责任公司技术中心, 南宁 530001)

摘要: 通过综述烤烟香气风格的评价方法及生态环境、化学成分、栽培和遗传因素与烤烟香气风格的关系, 发现目前有关烤烟香气风格的研究主要集中于香气物质本身及香气物质与环境因子、栽培技术措施的关系, 且多为单一因素的描述结果; 而有关烟叶香气风格形成的机理及其是否受基因控制等方面尚未清楚。因此, 今后应加强烤烟香气风格形成代谢、分子机理方面的深入研究, 探讨香气风格的形成途径及调控基因, 并针对不同区域特色烟叶香气风格进行量化、规范化研究。

关键词: 烤烟; 香气风格; 评价方法; 影响因素

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2011)12-1540-05

Research progress on aroma style of flue-cured tobacco

JIN Ya-bo, WEI Jian-yu, LI Gui-xiang

(Technology Center of China Tobacco Guangxi Industrial Co., Ltd., Nanning 530001, China)

Abstract: The evaluation methods for flue-cured tobacco aroma style were summarized in the present paper and the relationships between ecological environment, chemical composition, cultivation, genetic factors and flue-cured tobacco aroma style were investigated. It has been observed that the aroma and its relationship to environmental factors and cultivation technologies were the main areas of current research, while the mechanism of aroma style development and its genetic regulations still need to be speculated. It is suggested that the metabolism and molecular mechanism of aroma formation shall be studied to further explore its developmental pathways and genetic regulation, and the quantitation and standardization of aroma style of specific flue-cured tobacco leaves producing in different areas shall be carried out.

Key words: flue-cured tobacco; aroma style; evaluation; influence factor

0 引言

我国地域辽阔, 南北气候差异大, 生态环境多样, 不同地域生态环境特点彰显了不同烟叶特色, 为中式卷烟的发展提供了富有地方标志的优质烟叶。1951年, 由朱尊权负责的烟草工业研究室将各种进口烟叶的香味特征与国产各地方等级烟叶的香味品质进行比较, 提出了烤烟分为浓香型、清香型及中间香型3种(朱尊权, 2009)。而后便根据烟叶的香气风格特色等把我国烟叶划分为不同的香型, 也是烟叶质量评价和使用的主要依据之一, 对我国烟叶生产发展和卷烟工业企业原料使用产生了深远的影响。

1 烤烟香气风格的评价方法

烤烟香气风格特色评价是现代烟草农业生产与开发的基础, 也是卷烟产品配方设计和原料采购等方面的重要依据。20世纪50年代, 以感官评吸的评价方

法将烤烟香气分为浓香型、清香型、中间香型3种类型。烤烟香型划分对当时烟叶及卷烟生产有很大的贡献, 但对于嗜好性烟草制品来说, 仅有香型划分还不够, 不能体现出现代烟叶风格特色的全部内涵。如同为浓香型, 广东南雄与河南南阳的烟叶香气风格仍有所不同。

近年来, 随着交叉学科在烟草行业的引进及先进仪器分析手段与方法的运用, 烟叶香气风格的评价方法取得了一定进展, 烟叶的香型表达方式也更丰富、内涵也更广, 提出了焦甜香型、清甜香型、醇甜香型、柔香型、雅香型等新的词汇与评价概念。对广泛应用于茶叶、酒等的风格特色识别和品质鉴定方面的近红外光谱分析技术和电子鼻技术(史志存等, 2000; 高永梅等, 2008), 许多学者将其用来鉴别烟草香气风格, 并进行了有益的尝试。张建平(2007)采用近红外光谱信息识别不同产地的烟叶, 用于描述不同烟叶

的香气风格特征。唐向阳等(2006)模拟人和动物的嗅觉功能,研发了电子鼻嗅觉检测系统,即通过对信号的感受、传输和识别,可快速提供被测样品的整体信息来分析烟草香气风格。李敏健等(2009)发现,利用电子鼻技术不仅能区分中式烤烟型、混合型和国外香型等不同类型的烟草,同时对不同生态地区不同香气风格的烟草判别率也很高。在定量评价烤烟香气风格方面,李章海等(2007)参考茶树的萜烯指数概念,建立了评判烟叶香气品质和质量特征的香气指数,为烟叶香气风格特色的分析评价提供了参考;毕淑峰等(2006)以化学成分为自变量,对不同香型烤烟进行逐步判别分析,构建了判别函数,并对判别函数的判别效果进行检验,结果表明,新样品的判别准确率达93.3%,判别效果良好,值得在实际生产中推广应用。

2 生态环境对烤烟化学成分和香气风格的影响

随着科学技术的进步,烟草品种培育的目的性也越来越容易,但由于地域差异性,烟叶内在化学成分和香气风格特征的表现不尽一致。其主要原因在于品种基因表达程度受人为、环境因素的制约,且烟草农业作物受当前环境制约的强度更甚(邵丽等,2002)。土壤条件是影响烟叶品质和风格特色的重要因素。有研究表明,不同根际pH值下烤烟香气化学成分含量存在明显差异,pH 6.5~7.5对烤烟香气质量最有利,pH>8.0时对一些重要香气成分的形成产生不良影响(任永浩等,1994),说明根际pH值对烤烟香气化学成分及烟叶香气类型具有重大影响。此外,土壤类型、质地及土壤肥力等对烟叶化学成分和感官质量也有重要影响(赵巧梅等,2002;梁洪波等,2006)。

在昼夜相同的情况下,随着夜温的增加,烟叶中非蛋白氮含量增加,进而覆盖了致香物质发出的香气,对烤烟品质不利。这与气温日较差大的云南大部分烤烟区烤烟表现出清香的特点相似,说明昼夜温差也是影响烤烟香气风格的重要因素之一(张家智,2005)。黄中艳等(2007)研究认为,烤烟大田后期寡照、多雨、湿度大,可能是烤烟形成清香型风格的原因;而烤烟大田中后期气温明显偏高、日照偏多、雨量偏少,可能是形成浓香型风格的原因。不同纬度地区烟叶香气风格也有差异(杨虹琦等,2005a)。在云南和贵州等低纬度、高海拔地区,烤烟成熟期的温度较高、光照强度大,特别是日光中的中波紫外辐射光(UV-B,280~320 nm)强度高,有利于潜香型物质类胡萝卜素的积累。相反,黑龙江和河南等低温和紫外光强度低的地区,类胡萝卜素合成较少。说明潜香型

物质的降解与清香型香气风格密切相关(杨虹琦等,2004,2005b;周冀衡等,2005)。李继新等(2009)研究了贵州不同生态区特色烟叶的品质特征,发现随着海拔高度的升高,烟叶香气风格的变化依次为中偏清香型(中低海拔)、中间香型(中海拔)、清偏中香型(中高海拔)和清香型(高海拔)。韩锦峰等(1993)的研究结果也表明,从低海拔到高海拔,潜香型物质类胡萝卜素、多酚含量增加,这与高海拔地区光强和光质量以及温度有关。光可促进类胡萝卜素物质的合成,且对其组分有重要影响作用;长光周期和远红光有利于烤烟多酚的形成,短周期和红光辐射则相反(徐昌杰和张上隆,2000)。Aderson(1969)的研究结果表明,强光照、紫外线辐射大的处理下,烤烟多酚生成较多。温永琴等(2002)认为,云南烟叶在降雨较少、光照较强的年份香气前体物石油醚提取物含量较高,表明降雨过多不利于石油醚提取物的形成,而较强的光照对石油醚提取物的形成起正效应作用。Severson等(1985)则认为,降雨较强、大,可冲掉烟叶20%以上的表面物质,降低叶片表面腺毛分泌物、二萜、糖酯和表面蜡等的含量,而这些物质是类赖百当类和类西柏烷类等香气的前体物质。李章海等(2009)通过香型指数法研究,发现生态条件差异明显是影响烟叶香型风格的主导因素。

3 烤烟香气风格与化学成分的关系

近年来,国内在有关烤烟香气风格与化学成分方面开展了许多研究工作。已有研究表明,影响烤烟香气质和香气量的主要因素有水溶性总糖、还原糖、挥发碱、总氮、氨态氮、灰分、钾、石油醚提取物、多酚类、类胡萝卜素及其降解产物、芳香族氨基酸代谢产物等(杨虹琦等,2004;周冀衡等,2004)。云南烟叶与津巴布韦烟叶在主要致香物质方面具有较高的相似性,但从单个化学成分来看,云南烟叶与津巴布韦烟叶在新植二烯、苹果酸、类胡萝卜素降解物、西柏三烯二醇、茄酮、柠檬酸和巨豆三烯酮等致香物质的含量上存在较大差异(邵岩等,2007)。

烟叶中性香味物质的组成和含量直接影响其香气风格。周冀衡等(2004)研究表明,具有清香型特色的烟叶(福建永定、云南文山)中,茄酮(具有青茶香、青香、干草香)、氧化茄酮等西柏烷类降解产物含量较高,而浓香型烟叶的含量则相对较低。这与赵铭钦等(2007)的分析结果略有不同,研究发现津巴布韦烟叶表现出明显的焦甜香,所分析的29种中性香味物质中有12种高于国内烟叶,而国内河南、湖南等浓香型风格烤烟的西柏烷类降解产物和棕色化反应产物较高,云南等清香型烤烟的类胡萝卜素降解产物含量较高。

张永安等(2007)的研究则证实,清香风格和浓香风格烟叶的主要差别与多酚和醚提取物等香气前体物差异有关,但两者香气风格的表现程度与碳、氮化合物关系较密切;并认为清香与浓香之间的区别可能是香气前体物存在差异,浓香与中间香风格是碳氮化合物的差异,而清香与中间香风格则是二者兼之。王能如等(2009)的研究表明,与香型关系密切的有四甲基吡嗪、茄酮、氧化茄酮、异戊酸(呈显著正相关)。杜咏梅等(2010)的研究结果也表明,醚提物、淀粉、两糖差、氮碱比主要影响宣威产区烤烟香型风格。总之,不同香气风格烤烟常规化学成分和香气物质都存在明显差异(郭灵燕等,2010)。然而,目前关于烟叶化学成分和致香物质含量对烟叶风格特色的影响尚未取得一致认识,烟叶质量风格特征指标与烟叶品质特征的关系仍需开展更多深入研究。

4 烤烟香气风格与栽培、遗传的关系

关于烤烟香气风格与栽培、遗传方面的研究国内外报道较少。马常力等(1992)对大田期间不同烤烟成熟度处理的烟叶香型进行了探索性鉴定,在定量分析条件下,由卷烟调香师嗅评每一个香气物质主要成分的香型,共评出24个香型。周淑平等(2004)的研究表明,科学的栽培方案可提高烟叶中的致香物质含量。李章海等(2010)研究发现,在黔南烟区生态条件下,烤烟香型风格和香气底韵相对稳定,并不会因为栽培和烘烤技术的差异而发生明显改变。

长期以来,育种学者根据对特香型品系的研究也得出特香型烤烟香气性状以质量性状遗传为主的结论。常爱霞等(2004a,2004b)利用常规遗传分析和RAPD法对烤烟特殊香气性状进行遗传和分子标记探讨,遗传分析结果表明,大白筋599的特异香味性状是由部分显性基因所控制,而且符合显性单基因遗传3:1的分离规律。即特殊香气物质作为单一物质的遗传,有可能认定其遗传遵循孟德尔定律。而崔红等(2008)首次在蛋白质组学水平上探讨了不同香气风格烟叶的形成机理,并提出浓香型和清香型烟叶存在差异表达明显的蛋白。

5 展望

虽然国内外学者对烤烟香气类型的影响因素及其评价方法进行了大量研究,但主要集中于香气物质本身及香气物质与环境因子、栽培技术措施的关系,且多为单一因素的描述结果。有关烟叶香气风格形成的机理,不同香型烟叶风格特色定位及不同区域的特色差异,特别是引起烟叶香气风格代谢、与香气风格代谢的关键酶及这些酶是如何受控于环境因子(生态

基础),香气风格的形成是否受基因控制等方面,目前尚未清楚。为此,今后应加强烤烟香气风格形成代谢、分子机理方面的深入研究,探讨香气风格的形成途径及其调控基因,通过DNA重组技术将控制香型香气物质的外源DNA整合到烟草体内,从而为提高烤烟的香气提供理论和实践依据。迄今为止,烟叶香气风格特征评价方法并未取得根本性突破,许多研究仍停留在感官评吸对香气风格的认知上,针对全国不同产区烟叶香气风格的评价尚未形成统一标准,因此要继续深入地不同区域特色烟叶香气风格进行定量化、规范化研究。

参考文献:

- 毕淑峰,朱显灵,马成泽. 2006. 逐步判别分析在中国烤烟香型鉴定中的应用[J]. 热带作物学报,27(4):104-107.
- Bi S F, Zhu X L, Ma C Z. 2006. Application of stepwise discriminatory analysis in distinguishing aromas of flue-cured tobacco in China[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 27(4):104-107.
- 常爱霞,贾兴华,冯全福,付宪奎,王绍美,史牧. 2004a. 特香型烤烟香气成分检测及香气性状遗传分析[J]. 中国农业科学,37(12):2033-2038.
- Chang A X, Jia X H, Feng Q F, Fu X K, Wang S M, Shi M. 2004a. Identification of aroma and flavor constituents and genetic analysis of aroma trait of flue-cured tobacco with special aroma[J]. Scientia Agricultura Sinica, 37(12):2033-2038.
- 常爱霞,瞿永生,贾兴华. 2004b. 烟草 RAPD 反应体系优化及品种多态性标记研究[J]. 中国烟草科学,25(2):9-13.
- Chang A X, Qu Y S, Jia X H. 2004b. Optimization of RAPD reaction system and studies on polymorphic marker of tobacco varieties[J]. China Tobacco Science, 25(2):9-13.
- 崔红,冀浩,张华,邵惠芳,李东宵,陈亮. 2008. 不同生态区烟草叶片蛋白质组学的比较[J]. 生态学报,28(10):4874-4880.
- Cui H, Ji H, Zhang H, Shao H F, Li D X, Chen L. 2008. Comparative analysis of leaf proteomes between tobacco plants growing in different ecological regions of China[J]. Acta Ecologica Sinica, 28(10):4874-4880.
- 杜咏梅,刘新民,王平,程森,王成栋,董建新,侯小东,张骏,解燕,殷寿安,陈升党. 2010. 宣威产区烤烟香型风格及其主要化学指标适宜区间的研究[J]. 中国烟草学报,16(5):13-18.
- Du Y M, Liu X M, Wang P, Cheng S, Wang C D, Dong J X, Hou X D, Zhang J, Xie Y, Yin S A, Chen S D. 2010. Study on flavor type and suitable range of main chemical indexes in flue-cured tobacco leaf from Xuanwei[J]. Journal of China Tobacco, 16(5):13-18.
- 高永梅,刘远方,李艳霞,李景明,石宝霞,倪元颖. 2008. 主要香型白酒的电子鼻指纹图谱[J]. 酿酒科技,(5):38-40.
- Gao Y M, Liu Y F, Li Y X, Li J M, Shi B X, Ni Y Y. 2008. Electronic nose fingerprint of liquor of main flavor types[J]. Liquor-Making Science & Technology, (5):38-40.
- 郭灵燕,袁红星,海洋,李永宽,席宇,朱大恒,吴晓君. 2010. 河南省不同香型烟叶香气成分比较分析[J]. 河南农业科学,(6):40-44.

- Guo L Y, Yuan H X, Hai Y, Li Y K, Xi Y, Zhu D H, Wu X J. 2010. Comparison analysis of volatile aroma components in leaves of different flavor types of Henan tobacco[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, (6):40-44.
- 韩锦峰, 刘维群, 杨素勤, 吕巧玲, 韩富根, 洪涛, 王彦亭, 侯文华, 黄元炯. 1993. 海拔高度对烤烟香气物质的影响[J]. 中国烟草, (3):1-3.
- Han J F, Liu W Q, Yang S Q, Lü Q L, Han F G, Hong T, Wang Y T, Hou W H, Huang Y J. 1993. The effect of elevation on the aromatic components of flue-cured tobacco[J]. China Tobacco Science, (3):1-3.
- 黄中艳, 朱勇, 王树会, 李天福, 邓云龙, 邵岩. 2007. 云南烤烟内在品质与气候的关系[J]. 资源科学, 29(2):83-90.
- Huang Z Y, Zhu Y, Wang S H, Li T F, Deng Y L, Shao Y. 2007. Relationship between tobacco quality and climates in Yunnan[J]. Resources Science, 29(2):83-90.
- 李继新, 潘文杰, 田野, 蔡毅, 陈用, 吴邦元, 罗红香. 2009. 贵州典型生态区烟叶质量特点分析[J]. 中国烟草科学, 30(1):62-67.
- Li J X, Pan W J, Tian Y, Cai Y, Chen Y, Wu B Y, Luo H X. 2009. Flue-cured tobacco characteristics in ecological condition of Guizhou[J]. China Tobacco Science, 30(1):62-67.
- 李敏健, 沈光林, 伍锦鸣, 张心颖. 2009. 电子鼻技术在卷烟内在品质分析中的应用[J]. 烟草科技, (1):9-13.
- Li M J, Shen G L, Wu J M, Zhang X Y. 2009. Application of electronic nose in cigarette quality analysis[J]. Tobacco Science & Technology, (1):9-13.
- 李章海, 王定福, 何崇文, 蒙祥旭, 王能如, 徐增汉, 朱显灵. 2010. 几种栽培技术和烤房类型对 K326 香型和香气品质特征的影响[J]. 中国烟草科学, 31(2):5-9.
- Li Z H, Wang D F, He C W, Meng X X, Wang N R, Xu Z H, Zhu X L. 2010. Effects of cultural practices and barn type on aroma style and quality of flue-cured tobacco variety K326[J]. China Tobacco Science, 31(2):5-9.
- 李章海, 王能如, 王东胜, 朱显灵, 周慧玲. 2009. 不同生态尺度烟区烤烟香型风格的初步研究[J]. 中国烟草科学, 30(5):67-70, 76.
- Li Z H, Wang N R, Wang D S, Zhu X L, Zhou H L. 2009. Preliminary study of aroma type styles of flue-cured tobacco in different ecological scale regions[J]. China Tobacco Science, 30(5):67-70, 76.
- 李章海, 王能如, 王东胜, 朱显灵, 徐增汉, 周慧玲. 2007. 烤烟香气指数的建立及其与烟叶质量特征的关系[J]. 安徽农业科学, 35(4):1055-1056, 1073.
- Li Z H, Wang N R, Wang D S, Zhu X L, Xu Z H, Zhou H L. 2007. Establishment of aroma index and relationship between aAroma index and quality characteristics of flue-cured tobacco leaves[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 35(4):1055-1056, 1073.
- 梁洪波, 刘昌宝, 许家来, 尹东升, 王允白, 周建, 刘广玉, 苏建东, 王波, 翟所亮, 杨彬, 任明波, 元建. 2006. 山东不同土壤类型对烟叶品质的影响[J]. 中国烟草科学, 27(2):41-43.
- Liang H B, Liu C B, Xu J L, Yin D S, Wang Y B, Zhou J, Liu G Y, Su J D, Wang B, Zhai S L, Yang B, Ren M B, Yuan J. 2006. The effects of different soil types in Shandong province on tobacco leaf quality[J]. Chinese Tobacco Science, 27(2):41-43.
- 马常力, 韩锦峰, 王瑞新, 艾强, 陈淑珍. 1992. 烤烟香气物质成分及其在成熟期间的变化[J]. 华北农学报, 7(2):92-97.
- Ma C L, Han J F, Wang R X, Ai Q, Chen S Z. 1992. The main aromatic components and their change in flue-cured tobacco during the maturity period [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 7(2):92-97.
- 任永浩, 陈建军, 马长力. 1994. 不同根际 pH 值下烤烟香气化学成分的研究[J]. 华南农业大学学报, 15(1):127-132.
- Ren Y H, Chen J J, Ma C L. 1994. Study on aroma chemical constituents in flue-cured tobacco under different pH value around roots[J]. Journal of South China Agricultural University, 15(1):127-132.
- 邵丽, 晋艳, 杨宇虹, 王绍坤, 王玉华. 2002. 生态条件对不同烤烟品种烟叶产质量的影响[J]. 烟草科技, (10):40-45.
- Shao L, Jin Y, Yang Y H, Wang S K, Long Y H. 2002. Influences of ecological conditions on the yield and quality of different flue-cured cultivars[J]. Tobacco Science & Technology, (10):40-45.
- 邵岩, 宋春满, 邓建华, 路鑫, 许国旺, 周清明. 2007. 云南与津巴布韦烤烟致香物质的相似性分析[J]. 中国烟草学报, 13(4):19-25.
- Shao Y, Song C M, Deng J H, Lu X, Xu G W, Zhou Q M. 2007. Similarity analysis of aromatic compounds between flue-cured tobacco leaves from Yunnan and Zimbabwe[J]. Acta Tabacaria Sinica, 13(4):19-25.
- 史志存, 李建平, 马青, 崔大付, 朱敏慧. 2000. 电子鼻及其在白酒识别中的应用[J]. 仪表技术与传感器, (1):34-37.
- Shi Z C, Li J P, Ma Q, Cui D F, Zhu M H. 2000. Electronic nose and its application to identification of distilled spirits[J]. Instrument Technique and Sensor, (1):34-37.
- 唐向阳, 张勇, 丁锐, 汤鹏. 2006. 电子鼻技术的发展及展望[J]. 机电一体化, (4):11-15.
- Tang X Y, Zhang Y, Ding R, Tang P. 2006. Recent development and application prospects of electronic noses[J]. Mechatronics, (4):11-15.
- 王能如, 李章海, 王东胜, 刘添毅, 张清明, 黄一兰. 2009. 烤烟香气成分与其评吸总分和香味特征的相关性[J]. 安徽农业科学, 37(6):2567-2569, 2619.
- Wang N R, Li Z H, Wang D S, Liu T Y, Zhang Q M, Huang Y L. 2009. Correlation of aroma components with integrated score of smoking and aroma characteristics of flue-cured tobacco[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 37(6):2567-2569, 2619.
- 温永琴, 徐丽芬, 陈宗瑜, 陆富, 林良斌, 程辉斗, 程迎辉. 2002. 云南烤烟石油醚提取物和多酚类与气候要素的关系[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 28(2):103-105.
- Wen Y Q, Xu L F, Chen Z Y, Lu F, Lin L B, Cheng H D, Cheng Y H. 2002. Relationship between climatic factors and contents of petroleum ether extracts and polyphenol compounds in Yunnan tobacco[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science, 28(2):103-105.
- 徐昌杰, 张上隆. 2000. 植物类胡萝卜素的生物合成及其调控[J]. 植物生理学通讯, 36(1):64-70.
- Xu C J, Zhang S L. 2000. Carotenoid biosynthesis and its regulation in plant[J]. Plant Physiology Communications, 36(1):64-70.
- 杨虹琦, 周冀衡, 罗泽民, 杨述元. 2004. 不同产区烤烟中质体色素及降解产物的研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版, 26(5):640-644.
- Yang H Q, Zhou J H, Luo Z M, Yang S Y. 2004. Study on chro-

- moplast pigments and its degrading products of the flue-cured tobacco from different producing regions in China [J]. *Journal of Southwest Agricultural University: Natural Science*, 26(5): 640-644.
- 杨虹琦, 周冀衡, 杨述元, 彭艳, 张永安, 罗泽民. 2005a. 不同纬度烟区烤烟叶中主要非挥发性有机酸的研究[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 31(3): 281-284.
- Yang H Q, Zhou J H, Yang S Y, Peng Y, Zhang Y A, Luo Z M. 2005a. Study on chiefly nonvolatile organic acid of flue-cured tobacco in the different latitude producing area [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science*, 31(3): 281-284.
- 杨虹琦, 周冀衡, 杨述元, 王勇, 周清明, 罗泽民. 2005b. 不同产区烤烟中主要潜香型物质对评吸质量的影响研究[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 31(1): 11-14.
- Yang H Q, Zhou J H, Yang S Y, Wang Y, Zhou Q M, Luo Z M. 2005b. Effect on chiefly latent fragrant substance on panel test flue-cured tobacco from different producing area [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science*, 31(1): 11-14.
- 张家智. 2005. 云烟优质适产的气候条件分析[J]. *中国农业气象*, 21(2): 17-21.
- Zhang J Z. 2005. Study on the climatic conditions for production of high quality and moderate yield of tobacco in Yunnan province [J]. *Agricultural Meteorology*, 21(2): 17-21.
- 张建平, 陈江华, 束茹欣, 刘建利, 杨凯. 2007. 近红外信息用于烟叶风格识别及卷烟配方研究的初步探索[J]. *中国烟草学报*, 13(5): 1-5.
- Zhang J P, Chen J H, Shu R X, Liu J L, Yang K. 2007. Tobacco characteristics identification and blending formula study by using NIRs [J]. *Acta Tabacaria Sinica*, 13(5): 1-5.
- 张永安, 郑湖南, 周冀衡, 王瑞强. 2007. 不同产区烤烟香气特征与化学成分的差异[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 33(5): 568-571.
- Zhang Y A, Zheng H N, Zhou J H, Wang R Q. 2007. The aroma characters and difference analysis of main conventional chemical compositions in different flue-cured tobacco production regions [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science*, 33(5): 568-571.
- 赵铭钦, 陈秋会, 陈红华. 2007. 中外烤烟烟叶中挥发性香气物质的对比分析[J]. *华中农业大学学报*, 26(6): 875-879.
- Zhao M Q, Chen Q H, Chen H H. 2007. Analysis on the volatile neutral flavour components of flue-cured tobacco from domestic and abroad [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 26(6): 875-879.
- 赵巧梅, 倪纪恒, 熊淑萍, 马新明, 马海平. 2002. 不同土壤类型对烟叶主要化学成分的影响[J]. *河南农业大学学报*, 36(1): 23-26.
- Zhao Q M, Ni J H, Xiong S P, Ma X M, Ma H P. 2002. Effects of different soil types on the chemical composition of tobacco leaf [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 36(1): 23-26.
- 周冀衡, 王勇, 邵岩, 杨虹琦, 李永平, 朱列书. 2005. 产烟国部分烟区烤烟物质色素及主要挥发性香气物质含量的比较[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 31(2): 128-132.
- Zhou J H, Wang Y, Shao Y, Yang H Q, Li Y P, Zhu L S. 2005. The comparison on the content of chromoplast pigments and volatile aromatic materials of flue-cured tobacco from domestic and abroad [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science*, 31(2): 128-132.
- 周冀衡, 杨虹琦, 林桂华, 杨述元. 2004. 不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 30(1): 20-23.
- Zhou J H, Yang H Q, Lin G H, Yang S Y. 2004. Studies on the main volatile aroma components in tobacco from different flue-cured tobacco production regions [J]. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Science*, 30(1): 20-23.
- 周淑平, 肖强, 陈叶君, 轩俊锋, 唐远驹. 2004. 不同生态地区初烤烟叶中重要致香物质的分析[J]. *中国烟草学报*, 10(1): 9-16.
- Zhou S P, Xiao Q, Chen Y J, Xuan J F, Tang Y J. 2004. Analysis of important aroma components in flue-cured tobacco leaves from different ecological regions [J]. *Acta Tabacaria Sinica*, 10(1): 9-16.
- 朱尊权. 2009-01-14. “中华”卷烟的研制和生产 [EB/OL]. <http://www.etmoc.com/culture/looklist.asp?id=6867>.
- Zhu Z Q. 2009-01-14. “Zhonghua” cigarette and production [EB/OL]. <http://www.etmoc.com/culture/looklist.asp?id=6867>.
- Aderson R A. 1969. Plant phenols and polyphenoloxidase in *Nicotiana tabacum* during greenhouse growth, field growth and air-curing [J]. *Phytochemistry*, 8: 213-214.
- Severson R F, Johnson A W, Jockson D M. 1985. Cuticular constituents of tobacco: factors affecting their production and their role in insect and disease resistance and smoke quality [J]. *Rec Advances in Tobacco Science*, 11: 105-173.

(责任编辑 兰宗宝)