

河南主产烟区烤烟主流烟气巴豆醛释放量差异及聚类分析

景延秋¹, 袁秀秀¹, 刘英杰², 范艺宽³, 苏新宏³, 朱金峰⁴, 张月华⁵, 李怀奇^{5*}

(1.河南农业大学烟草学院, 郑州 450002; 2.河南省烟草公司郑州市公司, 郑州 450001; 3.河南省烟草公司, 郑州 450000; 4.河南省烟草公司漯河市公司, 河南 漯河 462000; 5.河南中烟工业有限责任公司, 郑州 450016)

摘要:为研究河南主产烟区烤烟单料烟主流烟气中巴豆醛释放量的变化特征,采集河南主产烟区上、中、下3个部位烤烟样本144份,采用高效液相色谱法测定单料烟主流烟气中巴豆醛的释放量,并进行聚类分析。结果表明,河南主产烟区上、中、下3个部位烟叶主流烟气中巴豆醛释放量的均值分别为21.86、23.72、23.91 μg/支,其中中部叶的变幅较大;上部叶与下部叶巴豆醛释放量差异显著,中部叶与下部叶和上部叶差异不显著;主栽的4个品种中烟叶主流烟气中巴豆醛释放量表现为秦烟96>中烟203>豫烟10号>中烟100,秦烟96与中烟100的下部叶和中部叶巴豆醛释放量存在显著差异,其他品种间及上部叶的各品种间差异不显著;根据聚类分析结果将河南产烟区烤烟主流烟气中巴豆醛释放量类型初步分为高释放型、中释放型、低释放型3大类型,高释放型主要分布在三门峡、洛阳和南阳大部分产区,中释放型主要分布在漯河、平顶山和许昌大部分产区,低释放型只有平顶山和漯河少部分产区。

关键词:河南烟区;烤烟;单料烟;主流烟气;巴豆醛;聚类分析

中图分类号:S572.01

文章编号:1007-5119(2016)02-0054-07

DOI:10.13496/j.issn.1007-5119.2016.02.010

Variation and Cluster Analysis of Crotonaldehyde Content in Mainstream Smoke of Flue-cured Tobacco Leaf from Henan

JING Yanqiu¹, YUAN Xiuxiu¹, LIU Yingjie², FAN Yikuan³, SU Xinhong³,
ZHU Jinfeng⁴, ZHANG Yuehua⁵, LI Huaiqi^{5*}

(1. College of Tobacco Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengzhou City Tobacco Company of Henan Province, Zhengzhou 450001, China; 3. Henan Tobacco Company, Zhengzhou 450000, China; 4. Luohe City Tobacco Company of Henan Province, Luohe, Henan 462000, China; 5. Henan Tobacco Industry Limited Liability Company, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: In order to investigate the variation of crotonaldehyde release characteristics in mainstream smoke of Henan single grade tobacco, 144 flue-cured tobacco samples of 3 stalk positions (upper, middle and lower) were collected from the main tobacco-growing areas in Henan Province. Crotonaldehyde content in mainstream smoke was determined with high performance liquid chromatography and was studied by cluster analysis. The results showed that the average crotonaldehyde content in mainstream smoke in upper, middle and lower leaves were 21.86, 23.72, 23.91 μg/cig, respectively, with the middle leaves showing the largest variation. The crotonaldehyde contents in upper and lower leaves showed significant difference, while no significant difference was observed between middle leaves and lower, upper leaves. For the leaves from the same stalk position, main tobacco cultivars in the order of crotonaldehyde content in mainstream smoke were Qinyan96> Zhongyan203> Yuyan10> Zhongyan100. The crotonaldehyde contents of lower and middle leaves differed significantly between Qinyan96 and Zhongyan100, but this difference was not significant between the other varieties or between upper leaves of all the tested varieties. The results of cluster analysis suggested that crotonaldehyde contents in mainstream smoke of flue-cured tobacco leaves from Henan Province could be divided into three categories (high, middle and low), with the high release type mainly distributed in Sanmenxia, Luoyang and Nanyang most of the producing areas, the middle release type mainly distributed in Luohe, Pingdingshan, and Xuchang most of the producing areas, the low release type only distributed in Pingdingshan and small part of Luohe producing areas. This result can provide a theoretical basis for the harm reduction of cigarettes.

Keywords: Henan tobacco growing area; flue-cured tobacco; single grade tobacco; mainstream smoke; crotonaldehyde; cluster analysis

基金项目:河南省烟草公司郑州市公司项目“降低河南烤烟主流烟气中巴豆醛的关键农艺调控技术研究”(HYKJ201305);河南省烟草公司漯河市公司项目“河南烤烟色素、降解产物及其提高烟叶颜色质量的关键技术研究”(HYKJM201203)

作者简介:景延秋(1972-),女,博士,副教授,主要从事烟草化学研究。E-mail:jingyanqiu72t@136.com。*通信作者,E-mail:1547618493@qq.com

收稿日期:2015-10-12

修回日期:2015-12-09

在烟草和烟气中已鉴定出数十种致癌物或辅助致癌物,卷烟烟气刺激呼吸道和眼睛,长期吸食可诱发慢性肺疾病、肺癌、食道癌等疾病的发生^[1]。巴豆醛是卷烟主流烟气中主要挥发性羰基化合物中的一种,是呼吸道纤毛毒素,强烈刺激眼结膜及上呼吸道黏膜,长期吸入易引起慢性鼻炎、神经系统功能障碍^[2-3]。1990年,D Hoffman和S S Hecht在《烟草致癌物和致突变物研究进展》一书中对烟气主要有害成分作了归纳,列出了12类共计43种有害成分,通称Hoffmann名单,其中巴豆醛就是其中重要的一种有害成分。同时,我国将巴豆醛列为卷烟主流烟气7种危害性指标之一^[4]。降低主流烟气中巴豆醛释放量是当前卷烟减害研究的重要部分,而目前的研究多集中在巴豆醛检测方法、卷烟叶组配方、辅助材料添加剂等减害方面^[5-12],但针对不同烟区生态环境条件差异而导致单料烟巴豆醛释放量存在的差异未见报道。因此,以河南主产烟区烤烟样品为材料,通过单料烟主流烟气巴豆醛释放量的分析,以探讨河南省烟叶巴豆醛释放量的区域变化特征,旨在为有效调控卷烟主流烟气巴豆醛的含量提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

2014年在河南省6个市主产烟区平顶山(鲁山、舞钢、叶县、郏县、宝丰、汝州)、许昌(襄县、禹州)、漯河(陈庄、城区、王孟、沃城、杜曲)、三门峡(灵宝、卢氏、渑池、陕县)、洛阳(栾川、宜阳、洛宁、嵩县)、南阳(方城、内乡、社旗)的24个烤烟主产县(乡镇)采集上、中、下部位的上橘二(B2F)、中橘三(C3F)、下橘二(X2F)等级初烤烟叶样品,共144份,每份样品取样量均为3 kg,其中漯河、平顶山和许昌的供试品种为中烟100,南阳的供试品种为中烟100和豫烟10号,三门峡和洛阳的供试品种为中烟100、中烟203、秦烟96和豫烟10号。样品等级由专职评级人员按照GB2635—92烤烟标准进行等级评定。

1.2 测定方法

将烟叶样品进行回潮、切丝,然后采用统一的空烟筒用手动卷烟机将处理过的烟丝卷制成 84×24 mm的卷烟作为研究对象。按照GB/T 16447—2004“烟草及烟草制品 调节和测试的大气环境”规定的条件调节卷烟样品,选取平均质量 (0.90 ± 0.02) g和平均吸阻 (1000 ± 50) Pa的烟支为合格烟支。采用YC/T1254—2008“卷烟 主流烟气中主要羰基化合物的测定 高效液相色谱法”测定主流烟气中的巴豆醛。

1.3 数据分析

运用SPSS 19.0软件对烟叶样品数据进行统计分析^[13],统计分析方法参照试验统计方法^[14]和系统聚类分析。

2 结果

2.1 单料烟主流烟气中巴豆醛释放量分布特点

由图1可以看出,3个部位烟叶的单料烟主流烟气中巴豆醛释放量呈单峰近似正态分布曲线。其中,中部叶的分布相对靠后,其峰位于 $25.35 \sim 27.65$ $\mu\text{g}/\text{支}$,曲线分布的区域为 $16.53 \sim 30.98$ $\mu\text{g}/\text{支}$,跨度达 14.46 $\mu\text{g}/\text{支}$;主要分布区间为 $20.00 \sim 28.40$ $\mu\text{g}/\text{支}$,累计频率78.5%。下部叶的分布居中,其峰位于 $23.05 \sim 25.35$ $\mu\text{g}/\text{支}$,曲线分布区域为 $17.67 \sim 28.74$ $\mu\text{g}/\text{支}$,跨度 10.97 $\mu\text{g}/\text{支}$;主要分布的区间为 $20.17 \sim 27.86$ $\mu\text{g}/\text{支}$,其累计频率达81.3%。上部叶的分布相对靠前,其峰位于 $20.75 \sim 23.05$ $\mu\text{g}/\text{支}$,曲线分布的区域为 $16.10 \sim 28.58$ $\mu\text{g}/\text{支}$,跨度 12.48 $\mu\text{g}/\text{支}$;主要分布区域为 $17.55 \sim 27.32$ $\mu\text{g}/\text{支}$,累计频率达82.7%。

上、中、下3个部位单料烟主流烟气巴豆醛释放量均值分别为21.86、23.72、23.91 $\mu\text{g}/\text{支}$,标准差分别为3.34、3.86、2.72 $\mu\text{g}/\text{支}$,变异系数分别为15.30%、16.27%、11.39%。3个部位烟叶巴豆醛释放量的变异系数是中部叶>上部叶>下部叶,表明中部叶稳定性差,下部叶稳定性好。

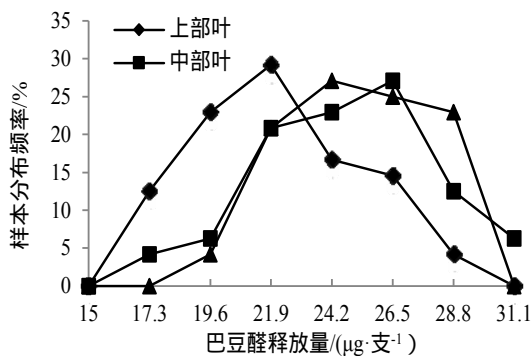


图1 河南烤烟主流烟气中巴豆醛释放量分布

Fig. 1 Distribution of the crotonaldehyde contents in mainstream of Henan flue-cured tobacco

2.2 不同部位、品种间单料烟主流烟气中巴豆醛释放量变化

由图2可知,河南主产烟区不同部位单料烟主流烟气中巴豆醛释放量下部叶>中部叶>上部叶,上部叶与下部叶巴豆醛释放量差异显著,中部叶与下部叶、上部叶未达到显著差异水平,但各部位间未达到极显著差异水平。由图3可知,河南主栽的4个品种上、中、下3个部位烟叶主流烟气中巴豆醛释放量均表现为秦烟96>中烟203>豫烟10号>中烟100。经方差分析和多重比较结果表明,秦烟96与中烟100品种间的下部叶和中部叶巴豆醛释放量差异显著,其他品种间差异不显著;各品种间上部叶巴豆醛释放量均未达到显著差异水平。

2.3 不同产烟区烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量聚类分析

采用聚类分析法对主产烟县中烟100上、中、

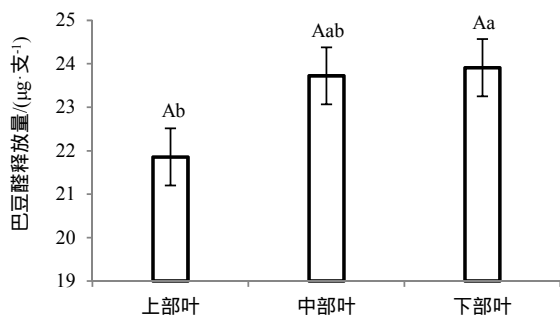


图2 不同部位间主流烟气中巴豆醛释放量比较

Fig. 2 Comparison of the crotonaldehyde contents in mainstream of different stalk positions

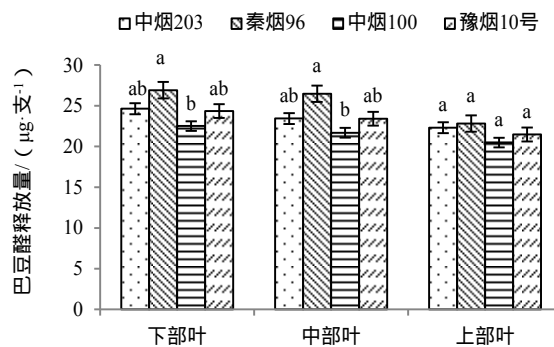


图3 河南烤烟主流烟气中巴豆醛释放量品种间比较

Fig. 3 Comparison of the crotonaldehyde contents in mainstream of different varieties of Henan flue-cured tobacco

下3个部位烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量的平均值进行系统聚类分析,图4为其谱系图。根据聚类分析结果将主产烟区单料烟巴豆醛释放量分为3种类型,各个类型的平均值如表1所示。对不同类型的3个部位烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量进行方差分析(表1),不同类型间差异达到显著水平,在上部叶中,第I类型与第II类型差异极显著,第I类型与第III类型、第II类型未达到极显著差异水平;在中部叶和下部叶中,第I类型与第II类型未达到极显著差异水平,第I类型与第III类型、第II类型差异极显著。

由图4和表1可知,第I类型的烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量是高释放型烟叶,主要分布在卢氏、栾川、淅池、嵩县、灵宝、舞钢、城区、叶县、洛宁、内乡、社旗、宜阳等县;上部叶巴豆醛释放量在18.25~28.58 μg/支,平均值为23.98 μg/支;中部叶巴豆醛释放量在22.32~30.98 μg/支,平均值为25.72 μg/支;下部叶中巴豆醛释放量在21.48~28.74 μg/支,平均值为26.07 μg/支。第II类型烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量是中释放型,主要分布在陕县、杜曲、王孟、汝州、陈庄、方城、禹州、宝丰、襄县等县;上部叶中巴豆醛释放量在17.39~25.61 μg/支,平均值为21.74 μg/支;中部叶中巴豆醛释放量在18.96~27.57 μg/支,平均值为24.41 μg/支;下部叶中巴豆醛释放量在19.26~27.94 μg/支,平均值为24.34 μg/支。第III类型烟叶单料烟主流烟气中巴豆醛释放量是低释放

- 究[J]. 烟草科技, 2009 (2): 5-15.
- [5] 李响丽, 李国智, 范多青, 等. 卷烟主流烟气中8种羰基化合物的超高效液相色谱测定[J]. 分析测试学报, 2012, 31 (1): 56-61.
- [6] 冯守爱, 田兆福, 李小兰, 等. 氧化硅微孔材料对烟气中挥发性羰基化合物的吸附研究[J]. 化工新型材料, 2014 (5): 167-169.
- [7] 李前进, 杨春龙. 硒对烟叶化学成分和烟气中有害成分的影响研究进展[J]. 中国烟草科学, 2007, 28 (2): 10-13, 44.
- [8] 曾万怡, 向能军, 龚为民, 等. 活性炭与壳聚糖对卷烟主流烟气中挥发性羰基化合物释放量的影响研究[J]. 精细化工中间体, 2014, 44 (2): 60-64.
- [9] 李东亮, 冯广林, 戴亚, 等. 一种低巴豆醛含量的卷烟加工工艺方法: 四川, CN101961135A[P]. 2011-02-02.
- [10] 刘治涛. 卷烟主流烟气中挥发性羰基化合物的吸附研究[D]. 无锡: 江南大学食品学院, 2011.
- [11] 田保中, 杨二涛, 蒋澄. 蚕丝纤维降低香烟主流烟气中醛类物质含量的效果[J]. 纺织学报, 2008, 29 (9): 30-33.
- [12] Zhou S, Ning M, Xu Y, et al. Effects of melamine phosphate on the thermal decomposition and combustion behavior of reconstituted tobacco sheet[J]. Journal of thermal analysis and calorimetry, 2013, 112(3): 1269-1276.
- [13] 字传华. SPSS 与统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [14] 盖钧镒. 试验统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] RICHARD R BAKER, STEVEN COBURN, CHUAN LIU, et al. Pyrolysis of saccharide tobacco ingredients: a TGA-FTIR investigation [J]. J Anal Appl Pyrolysis, 2005, 74: 171-180.
- [16] Baker R R Sugars. The generation of formaldehyde in cigarettes-Overview and recent experiments [J]. Food and Chemical Toxicology, 2006, 44(11): 1799-1822.
- [17] Sun W, Zhou Z, Li Y, et al. Differentiation of flue-cured tobacco leaves in different positions based on neutral volatiles with principal component analysis (PCA) [J]. European Food Research and Technology, 2012, 235(4): 745-752.
- [18] 谢剑平. 烟草与烟气化学成分[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [19] TARORA WAKA, TORIKAI KOJI, TAKAHASHI HIDEKI. 烟气中羰基化合物生成研究[C]//第57届烟草科学研究会议论文集. 北京: 中国烟草学会, 2004: 57.
- [20] 闫洪洋, 刘春奎, 闫洪喜, 等. 河南主产区烤烟化学成分分析[J]. 西南农业学报, 2012, 25(4): 1211-1214.
- [21] 杜咏梅, 张怀宝, 张忠锋, 等. 我国烤烟茄尼醇含量及其与烟草和烟气主要化学成分的相关性[J]. 中国烟草科学, 2014, 35 (6): 54-58.