

## 综 述

## 烟草化学学科发展年度报告(2007)

谢剑平, 孙世豪

中国烟草总公司郑州烟草研究院 郑州高新区枫杨街2号 450001

摘 要: 综述了2007年国内外烟草化学学科的发展情况。认为越来越多的新型分析技术被应用到以烟草为对象的科学研究中, 烟草化学研究的重心已经从过去的常规检测转移到应用基础研究上, 烟草有害成分分析和减害研究以及卷烟降焦后的补香研究正成为烟草行业关注的热点。

关键词: 烟草; 化学; 发展

中图分类号: TS411

文献标识码: A

文章编号: 1004-5708(2008)04-0058-08

## Report of developments of tobacco chemistry in 2007

XIE Jian-ping, SUN Shi-hao

Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou 450001, China

**Abstract:** Tobacco chemistry developments in 2007 was reviewed. More and more new analysis techniques were used in tobacco research, and the emphases have been shifted from general determination to applied fundamental research. Meanwhile harmful components analysis, harm reduction research and aroma complementarity after tar reduction are likely the hot topics.

**Key words:** tobacco; chemistry; development

2007年度, 国际烟草化学领域的研究异常活跃, 一些新技术新手段开始应用到烟草化学的研究中, 一些基础性研究工作也取得了较大的进步。这里分为烟草和烟气化学成分分析测试技术、烟用香精研究开发与应用技术、卷烟减害降焦技术、烟草生长与调制过程中的化学变化、烟草化学成分与烟草品质的关系、烟草加工过程中的化学变化等几个方面做一简要回顾。

## 1 烟草和烟气化学成分分析测试技术

## 1.1 新型质谱(MS)技术

在分析化学领域, 质谱技术一直备受关注。Zimmermann等<sup>[1-6]</sup>发展了一种SPI/REMPLI-TOFMS方法, 通过对一台MALDI-TOFMS的改造, 构建了一种光离子化TOFMS仪器系统, 建立了用于卷烟主流烟气在线全分析的SPI-TOFMS和REMPLI-TOFMS新型方法。采用该方法能容易的实现单口卷烟主流烟气以及侧流烟气

的在线即时分析。这一方法为卷烟烟气分析方法的研究提供了新的思路。陈军辉等<sup>[7]</sup>还将APCI-MS技术应用于烟草提取物的分析研究, 建立了一种分析烟草提取物中茄尼醇的HPLC-APCI-MS方法。研究显示APCI-MS的灵敏度是紫外检测器的200倍。

## 1.2 气相色谱(GC)技术

实现分析方法的选择性一直是分析方法研究的热点。张建勋等<sup>[8]</sup>以全氟三丁胺为反应试剂, 借助GC-Ion Trap MS对烟草中的吡啶类生物碱进行了分析研究, 建立了一种基于离子分子反应的新方法。该方法通过全氟三丁胺在外源中产生的相关碎片离子( $CF_3^-$ ,  $C_3F_5^-$ 和 $C_5F_{10}N^-$ )在质谱的离子阱中与吡啶环的特征反应形成的特征离子( $[M+1]^+$ ,  $[M+69]^+$ ,  $[M+131]^+$ ,  $[M+264]^+$ ), 可以择性地检测烟草中的吡啶类生物碱。孙世豪等<sup>[9]</sup>将衍生化反应引入到HS-LPME的过程中, 以N,O-双(三甲基硅烷基)三氟乙酰胺和正癸烷混合溶剂为萃取衍生化试剂, 构建了一种基于针尖衍生化的HS-LPME/GC-MS方法, 并将该方法与标准加入法结合, 建立了一种可用于烟草中挥发性有机酸选择性分析的新方法。该方法将萃取与衍

作者简介: 谢剑平, 男, 硕士, 研究员, 主要从事烟草化学研究,

E-mail: xiejp@ZTIR.com.cn

收稿日期: 2007-10-17

生化过程在一步操作中完成,较传统的分析方法简单快捷,且清洁无污染。Lee等<sup>[10]</sup>开发了一种分析烟碱的 double-shot 热裂解 GC-MS 方法。采用该方法对烟叶中烟碱的含量进行分析,重复性(RSD = 1.9%, n = 5)良好,与 CORESTA 推荐方法的分析结果相比无明显差异。然而该方法所需样品量少、劳动强度小,且基本不需要有机溶剂。

在烟草中非挥发性多羟基成分分析方面,张峻松等<sup>[11]</sup>建立了一种用毛细管气相色谱法测定烟草样品中水溶性葡萄糖、果糖、蔗糖含量的方法。杜启云等<sup>[12]</sup>以山梨醇作内标,羟胺吡啶和(BSTFA)+1%三甲氯硅烷(TMCS)为衍生化试剂,采用 GC 方法同时测定卷烟中包括多种糖类在内的 18 种多羟基化合物。张峻松等<sup>[13]</sup>还建立了一种分析烟草中甾醇类化合物的 GC 方法。该方法对烤烟烟叶和商品卷烟中甾醇化合物的分析结果显示,胆甾醇、菜油甾醇、豆甾醇和 $\beta$ -谷甾醇的 RSD < 5%,回收率为 94.2% ~ 101.3%。

为获取更多关于烟草中中性成分方面的信息,鹿洪亮等<sup>[14-15]</sup>比较了 GC/MS 与 GC $\times$ GC/TOFMS 在定性定量方面的差别,建立了烟草半挥发性中性化学成分分析的 GC $\times$ GC/TOF-MS 方法。结果显示:GC $\times$ GC 的灵敏度较 GC 高 10.8 倍,分离能力也明显高于 GC-MS,能将在一维 GC 上不能区分的物种分离开来,并具有良好的族分离能力。

在烟草香味成分分析方面,孙凯健等<sup>[16]</sup>采用溶剂助蒸馏法结合 GC/MS 对烟草中近 30 种香气物质进行了分析研究,定量结果接近同时蒸馏萃取法。彭黎明等<sup>[17]</sup>采用 GC 和 GC/MS 法对烤烟 C3F 叶片与烟梗中的香味成分含量进行对比分析,发现除吡啶的含量高于叶片,2-乙酰基吡啶含量几乎相同外,烟梗中其它各种中性、酸性和碱性香味成分的含量均低于叶片。

在烟气成分分析方面,Polzin 等<sup>[18]</sup>采用一种收集袋辅助的 SPME/GC-MS 方法对主流烟气中的 VOCs 进行分析研究,该方法能同时对烟气中的 13 种 VOCs 成份进行分析研究,并能达到与冷阱捕集方法或碰撞捕集方法相似的重复性。

### 1.3 液相色谱(LC)技术

陈章玉等<sup>[19]</sup>建立了一种基质固相分散-高效液相色谱法测定烟草中有机酸的新方法。在优化的条件下,色谱分离时间不超过 3.0 min,且重复性良好。Ka 等<sup>[20]</sup>建立了一种反相 HPLC/UV 方法,可以同时分离和测定去水乙酸、山梨酸等 9 种烟用防腐剂。

Geiss 等<sup>[21]</sup>建立了一种采用离子色谱/UV 技术测

定烟气冷凝物中烟碱的新方法。分析结果与采用 ISO 10315 方法无显著性差异,单个样品的分析时间不超过 15 min。郭紫明等<sup>[22]</sup>将离子交换色谱方法用于烟叶中 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 等离子的测定,重复性(RSD < 6.2%)良好,回收率为 90.9% ~ 109.9%。

### 1.4 近红外(NIR)分析技术

NIR 应用研究已从烟草成分分析延伸到卷烟生产中。张建平<sup>[23]</sup>将 NIR 光谱技术与烟叶风格特征量化分析以及专家经验相结合,进行烟叶模拟试验,三点法感官评吸和叶组配方试验结果显示模拟样品具有目标烟叶的风格特征。马翔等<sup>[24]</sup>构建了基于 NIR 技术的烟丝在线分析数学模型。该模型对制丝线上烟丝含水率、总植物碱、总糖和总氮的预测值与化学方法的测试结果比较,平均相对误差分别为 1.1%、1.9%、2.1% 和 1.7%。葛炯等<sup>[25]</sup>还尝试将 NIR 技术与光谱因子分析法结合用于卷烟的真伪鉴别。

另外,秦志强等<sup>[26]</sup>采用声光可调(AOTF)-NIR 仪和 Unscrambler 化学计量学光谱分析软件,通过旋转扫描的方式测定烟叶样品的 NIR 光谱,借助 PLS1 模式建立测定烟草中总烟碱、总糖、还原糖和总氮的校正模型,并用这些模型对未知烤烟烟叶样品进行了预测。

### 1.5 烟草中农药残留分析

由于现代新型农药的特点,现有的 GC 方法有时不能满足分析的需要,因而需要寻找更为有效的农药残留分析方法。

刘惠民等<sup>[27]</sup>发展了一种同时测定烟草中氨基甲酸盐和 imidacloprid 农残的 LC/MS/MS 方法,以胺甲萘为内标,检测限为 0.16 ~ 4.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,重复性 RSD 为 1.0% ~ 12.0%。回收率为 69.2% ~ 121.0%。Min 等<sup>[28]</sup>采用裂解 GC-MS/GC-ECD 方法研究卷烟中外加有机氯杀虫剂在卷烟中的转移行为。

### 1.6 烟草及烟气中有害成分分析

Takanami 等<sup>[29]</sup>以 BPN 和 DMPO 为捕获剂,采用自旋捕集的 EPR 方法分析了烟气中的自由基。Ghosh 等<sup>[30]</sup>则直接将烟气冷凝物进行 EPR 分析,对烟气中的自由基进行检测。EPR 虽是目前较为成熟的自由基检测方法,但由于技术自身的原因,通过该技术无法获取烟气中自由基组成以及相关结构的确切信息。因而,仍需要寻找烟气中自由基检测的有效方法。Bartalis 等<sup>[31]</sup>将自旋捕集与 HPLC 与质谱相结合构建了一种研究烟气中碳核自由基的新方法,从烟气中鉴定出 7 种酰基自由基和 11 种烷氨基羰基自由基。对 2R4F 卷烟新鲜烟气的分析结果显示,单支 2R4F 卷烟的新鲜

烟气中这 2 种类型的自由基约为 225 nmol, 占总自由基数量的 87%。然而目前, 普遍认为烟气中碳核自由基是通过 NO<sub>2</sub> 参与的稳态机制形成的。Shorter 等<sup>[32]</sup>的研究显示只有在第一口卷烟烟气中才有 NO<sub>2</sub> 的存在。因而, 这一研究结果仍需进一步的证实。在现有研究的基础上, 田耀伟<sup>[33]</sup>试图建立一种基于自旋捕集技术与高分辨质谱技术的烟气自由基的检测方法。采用 DMPO 分别捕获由模拟反应产生的羟基自由基和 2-腈基 2-异丙基自由基(·CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CN), 借助 MALDI-FTMS 进行分析。该方法不仅能有效地检测自由基物种, 而且能提供自由基的结构信息。

Ding 等<sup>[34]</sup>开发了一种用于分析主流烟气中稠环芳烃的 LC-大气压光电离串级质谱(LC/Atmospheric Pressure Photoionization-MS/MS)同位素稀释方法。采用此方法对卷烟烟气分析时发现, 在 ISO 标准抽吸条件下, 采用通风稀释技术的低焦油卷烟和超低焦油卷烟烟气中的稠环芳烃的含量较低。

周仕禄等<sup>[35]</sup>采用程序升温汽化(programmed temperature vaporization)大体积进样与气相色谱-质谱选择离子扫描(GC/MS-SIM)联用, 检测了卷烟主流烟气中 B<sup>a</sup>P。卷烟烟气样品经反相 C18 固相萃取柱纯化后, 直接采用 PTV 技术进样, 缩短了分析时间, 提高了 GC/MS-SIM 检测卷烟烟气 B<sup>a</sup>P 的灵敏度。刘少民等<sup>[36]</sup>构建了一种使用 1,2-二(9-蒎基)乙烷作为内标, 高效液相色谱-荧光检测器法测定卷烟烟气颗粒物中 B<sup>a</sup>P 的方法。该方法平均回收率为(94 ± 1.2)%, 检测限为 0.9 ng/mL, 相对标准偏差(RSD)为 3.1% ~ 3.8%。

陈开波等<sup>[37]</sup>建立了一种用稀氢氧化钠溶液吸收, 离子色谱法测定卷烟主流烟气中 HCN 的方法, 该方法完成一次测试只需 10 min。杜文等<sup>[38]</sup>采用基于异烟酸-1,3-二甲氨基巴比妥酸显色体系的连续流动法测定了卷烟主流烟气的 HCN 释放量。

另外, Glazier 等<sup>[39]</sup>在采用 LC/MS/MS 方法分析侧流烟气中 TSNA 时发现, 在烟气收集的过程中引入抗坏血酸, 可明显降低侧流烟气中 TSNA 的数量。

### 1.7 其他分析技术

Chiu 等<sup>[40]</sup>将非水性毛细管电泳(NACE)与 UV 以及 MS 联用, 建立了一种可用于烟碱相关生物碱快速分离鉴定的 NACE/UV/ESI-MS 方法。据称, 这一方法的检测限比已报道的水性毛细管电泳法的检测限高 20 ~ 175 倍。胡清源等<sup>[41]</sup>建立了一种快速分析烟草中无机金属元素的微波辅助消解-电感耦合等离子体质

谱法, 可以同时检测烟叶的 Na、Pb 等 24 种无机金属元素。郑赛晶等<sup>[42]</sup>用 RM1/PLUS 单孔道吸烟机结合高分辨的、快速纪录的红外热像仪和 GC 研究了不同抽吸条件对卷烟燃烧温度及主流烟气中某些化学成分的影响。

## 2 烟用香料研究开发与应用技术

### 2.1 香料分析技术

黄龙等<sup>[43]</sup>将由不同性质的毛细管气相色谱柱组成的偶合柱系统用于烟用香精的分析。结果表明, 极性偶合柱系统适合于某些烟用香精的分离分析; 极性-非极性偶合柱系统仅适合于含极性成分较多, 且高沸点组分少、使用单柱时低沸点组分重叠严重的烟用香精的分离。

廖方等<sup>[44]</sup>建立了香精分析的 HS-LPME/GC 方法, 回收率在 86.3% ~ 107.7% 之间; 相对标准偏差(RSD) < 4.32%; 检出限为 0.16 ~ 3.02 g/mL。杨严明<sup>[45]</sup>也将微量液液萃取(MLLE)法用于香精分析, MLLE 法与 SDE 法的处理效果基本接近, 但 MLLE 法有机溶剂用量少, 简单, 处理时间短, 可作为快速分析香精香味成分的一种前处理方法。

此外, 黄龙等<sup>[46]</sup>还建立了一种毛细管气相色谱定量方法对薄荷型卷烟滤棒、烟丝、烟气颗粒物 and 烟蒂中的薄荷醇含量测定的结果表明, 该法的测定结果与比色法没有明显差异。并指出用主流烟气中薄荷醇的量表征薄荷型卷烟凉度大小能更准确地反映薄荷型卷烟的感官特征。

### 2.2 香味成分分离技术

黎艳玲等<sup>[47]</sup>采用纳滤及电渗析技术从美拉德反应产物中分离、提纯 2,6-脱氧果糖嗉, 并通过 HRMS、<sup>1</sup>H-NMR、<sup>13</sup>C-NMR、GC-MS 等技术对其进行结构鉴定。产率高达 35%。

张晓仿等<sup>[48]</sup>采用皂化法提取废次烟叶浸膏中的茄尼醇, 通过对皂化条件的研究发现: 皂化用碱液的稀释剂是影响皂化率的主要因素, 其次是皂化碱的浓度和皂化温度。研究发现将烟草浸膏置于 0.3 mol/L 的 NaOH-乙醇溶液中 70 °C 下皂化 2 h, 皂化率可达 97.4% 以上, 从而能大大提高茄尼醇的提取效率。

艾心灵等<sup>[49]</sup>考察了烟草中绿原酸、烟碱和茄尼醇的超声波辅助提取, 绿原酸、烟碱和茄尼醇的提取率分别为 93.65%、95.42% 和 82.35%。

### 2.3 香料评价和质量控制技术

杨柳等<sup>[50]</sup>采用非等温条件下的热重分析和在线

裂解 GC-MS 方法对天然香味物质琥珀酸单甲酯热分解和裂解行为进行研究,并建立了在热分解主要反应区的动力学模型。对琥珀酸单甲酯在 300~900 °C 下的裂解产物进行分析,结果提示,琥珀酸单甲酯可能是薄荷醇、薄荷烯等物质的前体。吴亿勤等<sup>[51]</sup>采用 GC/MS 法对桂叶油热裂解产物的研究发现,丁香酚、 $\beta$ -石竹烯和乙酰丁香酚是桂叶油的主要致香成分;当裂解温度大于 700 °C 时,裂解产物主要是芳烃和稠环芳烃等,且其种类及相对含量与裂解温度呈正相关。黎艳玲等<sup>[47]</sup>对 2,6-脱氧果糖嗪进行了同步热分析研究,结果表明 2,6-脱氧果糖嗪裂解后可向烟气中释放 2-甲基吡嗪、2,6-二甲基吡嗪和 2-乙基-6-甲基吡嗪等致香成分,提示该化合物为烟用香味物质的前体物。

曲国福等<sup>[52]</sup>借助 GC/MS 分析,构建了烟用 HMT-2 香精的 GC/MS 指纹图谱。利用夹角余弦法和欧氏距离法计算相似度,二者结合能够全面考察香精的质量。Huang 等<sup>[53]</sup>将指纹技术用于烟用香料的质量控制,建立了一种基于 GC-MS 技术和化学计量学的指纹分析方法。该方法借助于子窗口因子分析(subwindow factor analysis)和光谱相关性色谱(spectral correlative chromatography)技术对不同产地的烟用咖啡香料的谱图进行分析,构建能代表咖啡香味特征的指纹谱库。借助此谱库和对比分析以及主成分分析,能有效地将咖啡香料从椰子香料以及咖啡混配香料中区分出来。

## 2.4 卷烟加香技术

曹毅等<sup>[54]</sup>将在室温下吸附薄荷醇后的沸石加入到卷烟中,程序升温解吸附实验显示,被吸附在各种沸石(NaY 型的除外)中的薄荷醇在特定温度下一次性释放,从而既能减少存放时外加薄荷醇的散失,又能有效地保证释放到每口烟气中的薄荷醇的量基本一致。

## 2.5 其他

Cotte 等<sup>[55]</sup>采用吸烟机与人工抽吸相结合的方式借助于 APCI-MS 研究了烟气香味物质在吸烟者鼻腔中的释放和滞留特征。通过研究获取了烟气香味物质逐口释放的轮廓,结果显示,逐口抽吸过程中香味物质在鼻腔中的滞留率是不同的,并随着抽吸口数的增加而增加。作者认为,由于香味物质在鼻腔中的释放和滞留受很多因素的影响,采用这一方法进行烟气香味物质在鼻腔中的释放研究时,还需要采用更多有效的技术降低吸烟行为和呼吸模式对分析的影响。

## 3 卷烟减害降焦技术

刘少民等<sup>[56]</sup>将胆甾醇、麦角甾醇、豆甾醇和  $\beta$ -谷

甾醇等甾醇类物质加入卷烟中,采用 GC-MS 表征显示,游离甾醇的总量与卷烟主流烟气中多环芳烃的总释放量以及 BaP 的释放量都呈显著正相关,同时发现不同甾醇类物质对主流烟气中不同多环芳烃含量的影响有差异。杜咏梅等<sup>[57]</sup>发现,在不同抽吸条件下,减少烟蒂长度、提高抽吸频率、增加抽吸容量均能引起主流烟气 BaP 以及其他有害物质释放量的增加。

程占刚等<sup>[58]</sup>在催化条件下合成了一种聚硅氧烷高分子多孔材料。据称,将该材料加入到卷烟滤嘴中能吸附主流烟气中的 BaP,同时不影响烟气中烟碱、水分以及其它一些极性化合物的递送。聂聪等<sup>[59]</sup>制备了一系列添加 CeO<sub>2</sub> 的 Pd-Ce/NaZSM-5 负载型催化剂,制成二元复合滤棒可使主流烟气 CO 释放量降低 22%。毛绍春等<sup>[60]</sup>将松树皮提取物和葡萄籽提取物用于降低卷烟烟气中的自由基。

## 4 烟草生长与调制过程中的化学变化

### 4.1 烟草生长过程中的化学变化

赵光伟等<sup>[61-62]</sup>的田间试验显示,在烤烟生长发育过程中,烟叶随着着生部位的升高,磷含量逐渐增加;随着叶龄的增长,各部位鲜烟叶中磷含量逐渐下降,并趋于稳定;不同部位烟叶之间磷含量的差异不显著,而不同叶龄烟叶之间磷含量的差异显著。随着部位的上升和采收日期的延迟,烟叶中锰含量随之降低,而锌和铜含量逐渐上升。部位之间锌含量差异极显著,不同采收日期之间锰和锌含量差异极显著。

在盆栽试验研究中,王芳等<sup>[63]</sup>发现烟叶发育过程中类胡萝卜素各组分含量随生育时期逐渐下降。在烟叶发育期,适量施肥处理可促进烟叶类胡萝卜素类物质的积累,调节发育末期类胡萝卜素类物质的组分构成,可促进多数类胡萝卜素物质降解,使相关的降解产物如  $\beta$ -大马酮等香味物质的含量增加。周初跃等<sup>[64]</sup>发现喷施 Mg + B、Mg、B、Mo、Ca 后,烟叶中烟碱和总氮含量有所下降。还发现, Mg + B、Mg、B、Mo、Ca 处理都能降低烟叶中多酚类物质的含量,且对水溶性总糖的积累具有促进作用。

徐晓燕等<sup>[65]</sup>研究植物生长调节剂对烤烟内源激素以及烟碱、多酚的影响,结果表明,外源性生长素类似物(IAA)、二氯苯氧乙酸(2,4-D)、赤霉素(GA)对于内源性 IAA、GA 有不同程度的促进作用,对内源脱落酸(ABA)有抑制作用,进而抑制烟碱和多酚的合成;外源性 ABA 对内源 ABA 有促进作用,进而促进烟碱和多酚的合成。

## 4.2 烟草调制过程中的化学变化

汪安云<sup>[66]</sup>于采收前1天,对白肋烟 TN87 进行细菌(WB5)喷洒处理,结果发现,在晾制期间,经WB5处理的烟叶,其晾制前期 TSNA 含量比较低,晾制中期 TSNA 含量都比较高,但在末期 TSNA 含量明显降低。胡群等<sup>[67]</sup>研究 6-取代茚满酰异亮氨酸共轭物处理后的 K326 烟叶时发现,烟叶中新生成了法尼烯、檀香醇和十四醛等3种成分,同时十五醛、亚麻酸甲酯和棕榈酸的含量也明显增大,糠醛、糠醇和新植二烯含量明显降低。赵铭钦等<sup>[68]</sup>的研究发现,在不同温湿度条件下,总酚、绿原酸、芸香苷含量在陈化过程中整体上呈下降趋势,并最终趋于稳定;在整个陈化过程中,烟叶总酚类物质下降幅度与处理温度成正相关,但处理温度对烟叶总酚类物质最终含量影响不大;陈化过程中绿原酸与总酚、淀粉、总糖、烟碱、可溶性蛋白质均呈极显著正相关,芸香苷与烟碱、可溶性蛋白质、总酚含量呈现显著正相关。

## 5 烟草化学成分与烟草品质的关系研究

### 5.1 烟草中多种化学成分的分析及其与烟草品质的关系研究

闫克玉等<sup>[69-70]</sup>通过对全国6个省2002和2003年的170个烤烟烟叶样品中挥发碱含量的测定显示:各产区相同部位桔黄颜色烟叶的挥发碱含量均高于柠檬黄,烟叶挥发碱含量差异极显著;烟叶挥发碱含量随其身份由薄到厚、油份由少到多和色度由淡到浓均逐渐增加,差异都极显著。对210个不同年份、产区、部位、等级和颜色烤烟复烤烟叶样品 pH 的测定结果显示,柠檬黄烟叶 pH 值总体上大于桔黄烟叶。

### 5.2 数据挖掘技术在烟叶及卷烟质量评价方面的应用

杜文等<sup>[71]</sup>选取对烟叶质量有重要影响而相对独立的化学指标还原糖、总碱、氯和钾对批次烟叶进行多次取样检测,构造相应的评价函数计算评价得分,从而构建烟叶的评价曲线,以此来评价批次烟叶的质量。该方法基础数据易得,据称评价结果贴合烟叶实际质量。

胡建军等<sup>[72]</sup>在简单相关分析的基础上,采用多元统计分析中的典型相关分析法对烤烟各香味成分与其感官质量的关系进行了初步分析。结果显示,中性香味成分、酸性香味成分和香味成分总量与香气质、香气量、杂气、刺激性、浓度和余味均呈较显著正相关,而碱性香味成分与各感官质量指标的相关性不显著。这对

烟叶质量评价具有一定的参考价值。

王玉等<sup>[73]</sup>采用 SPSS 软件对色谱/质谱法获得的卷烟中挥发性成分的相关数据以欧式距离法进行了聚类分析。提示该法可为卷烟品牌的区别、品质控制、综合评估和真伪鉴别作参考。

## 6 烟草加工过程中的化学变化

张峻松等<sup>[74]</sup>采用超高压对烤烟叶片进行处理,结果发现,香味成分的总量随处理压力的增加而增加,在500 MPa 时达到最大,感官质量最佳。

宁勇等<sup>[75]</sup>发现经转化酶水解蔗糖和柠檬酸水解蔗糖加料后烘焙都可使白肋烟总氨基酸含量显著降低,碱性香味成分增加。感官评吸表明,与加酸转化糖的白肋烟相比,加酶转化糖的白肋烟香气质和香气量有较大改善,烟气浓度和凝聚性有一定程度的改善。

魏玉玲等<sup>[76]</sup>采用正交试验方法试验表明,烟叶等级是制丝过程中化学变化的显著影响因素,其影响显著高于工艺条件;贮叶环境对烟叶中的总糖和还原糖有显著影响;影响淀粉含量的显著因素为贮叶时间>润叶含水率;影响总糖/烟碱比值的显著因素依次为:贮叶环境>贮叶时间>润叶温度。

郝廷亮等<sup>[77]</sup>对 HXD 出口叶丝中香味成分以及烟丝常规化学成分的研究发现,叶丝化学成分受加工过程工艺参数变化的影响,叶丝香味成分受 RCC 出口烟丝含水率、HXD 负压、HXD 工艺气体流量以及 HXD 工作风温等的影响较大。

## 7 其他

张玉玲等<sup>[78]</sup>在对从晾制烟叶中分离的33株优势菌株进行16S rDNA 鉴定和还原能力测定时发现7株既可以还原硝酸盐又可以还原亚硝酸盐(2株 Rhizobium、1株 Paracoccus、4株 Pseudomonas)的优势菌株,可能是抑制白肋烟叶中 TSNA 形成的菌株。

郑晓云等<sup>[79]</sup>借助于柱层析从成熟的 K326 新鲜烟叶含 CuZn-SOD 的粗体液中分离得到3种 CuZn-SOD 同工酶,相关物理性质测定结果显示,CuZnSOD-I 由302个氨基酸残基组成,其相对分子质量为36682 Da; CuZnSOD-III 含187个氨基酸残基,相对分子质量为22976Da。

黄勇等<sup>[80]</sup>采用酶解方法从不同品种的烟叶中分离栅栏组织和海绵组织,并用气相色谱法和分光光度计法分析鉴定其中的非挥发性有机酸、质体色素、糖类及烟碱。结果表明,多元有机酸、烟碱在海绵组织中含

量较高,高级脂肪酸、质体色素、糖在栅栏组织含量较高。测试烟叶的栅栏组织和海绵组织中总非挥发性有机酸、总叶绿素和总类胡萝卜素、总糖等化学成分含量存在差异。

## 8 结语

随着分析化学学科的发展,越来越多的新型分析技术被应用到以烟草为对象的科学研究中,如单光子离子化/共振增强多光子离子化-飞行时间质谱(SPI/REMPI-TOFMS)基于针尖衍生化的HS-LPME/GC-MS、double-shot裂解GC-MS等。可以说,烟草复杂体系分离分析研究已经成为烟草化学学科研究的重要组成部分。同时,烟草化学研究的重心已经从过去的常规检测转移到应用基础研究上。

烟草有害成分分析和减害研究以及卷烟降焦后的补香研究正成为烟草行业关注的热点。一些选择性有害成分分析测试技术和选择性化学减害技术以及香料缓释技术正尝试用于卷烟的减害增香研究。对潜香物质的寻找以及潜香物质在卷烟中裂解行为的研究正受到重视。这些基础研究的深入很大程度上依赖于分析化学领域的发展,烟草化学工作者应加大分析化学领域出现的新方法新技术在烟草化学中的应用研究,从而对烟草种植、调制、加工工艺评价、香精香料的创制、产品质量评价过程中的化学现象有更全面更科学的了解和把握,为卷烟减害降焦提供坚实的理论基础。

## 参考文献

- [1] Adam T, Baker R R, Zimmermann R. Characterization of Puff-by-Puff Resolved Cigarette Mainstream Smoke by Single Photon Ionization- Time-of-Flight Mass Spectrometry and Principal Component Analysis[J]. J Agric Food Chem, 2007, 55, 2055-2061.
- [2] Adam T, Mcaughey J, Mitschke S, et al. Simultaneous on-line analysis of gas phase and particulate phase of cigarette mainstream smoke[C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPT 19.
- [3] Zimmermann R, Muhlberger F, Mitschke S, et al. Fast on-line tobacco smoke analysis with Photo Ionisation - Time-of-Flight-Mass Spectrometry - Part 1: Scientific background and basic principles[C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPT 13.
- [4] Rose N, Mitschke S, Zimmermann R. Fast on-line tobacco smoke analysis with Photo Ionisation - Time-of-Flight-Mass Spectrometry - Part 2: Machinery[C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPT 14.
- [5] Mitschke S, Rose N, Zimmermann R. Fast on-line tobacco smoke analysis with Photo Ionisation - Time-of-Flight-Mass Spectrometry - Part 3: First measurements with a Smoke Analyzer Prototype system[C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPT 15.
- [6] Mcaughey J, Adam T, Baker R R, et al. Sidestream smoke analysis with Single Photon Ionisation/Time-of-Flight Mass Spectrometry (SPI-TOFMS) [C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPT 20.
- [7] Chen J, Liu J, Lee F S, et al. Optimization of HPLC-APCI-MS conditions for the qualitative and quantitative determination of total solanesol in tobacco leaves[J]. J Sep Sci, 2008, 31: 137-142.
- [8] Zhang J, Ji H, Sun S, et al. Selective Determination of Pyridine Alkaloids in Tobacco by PFTBA Ions/Analyte Molecule Reaction Ionization Ion Trap Mass Spectrometry[J]. J Am Soc Mass Spectrom, 2007, 18: 1774-1782.
- [9] Sun S-H., Xie J-P, Xie F-W, et al. Determination of volatile organic acids in oriental tobacco by needle-based derivatization headspace liquid-phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry[J]. J Chromatogr A, 2007, doi: 10.1016/j.chroma.2007.11.102.
- [10] Lee J G, Lee C G, Kwag J J, et al. Fast Analysis of Nicotine in Tobacco Using Double-Shot Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. J Agric Food Chem, 2007, 55: 1097-1102.
- [11] 张峻松, 宣晓泉, 唐纲岭, 等. 毛细管气相色谱法测定烟草中葡萄糖、果糖、蔗糖的含量[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(2): 17-20.
- [12] 杜启云, 何海娟. 卷烟中非挥发性有机酸、糖类、某些氨基酸和磷酸的同时测定[J]. 烟草科技, 2007(7): 30-35.
- [13] 张峻松, 徐如彦, 薄云川, 等. 毛细管气相色谱法测定烟草中的甾醇类化合物[J]. 烟草科技, 2007(8): 27-31.
- [14] 鹿洪亮, 钟巧霞, 赵明月, 等. GC/MS、GC×GC/TOFMS分析烟草半挥发性中性成分比较[J]. 烟草科技, 2007(1): 32-37 45.
- [15] 鹿洪亮, 赵明月, 刘惠民, 等. 全二维气相色谱飞行时间质谱分析烟草半挥发性中性化学成分[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(1): 20-24.
- [16] 孙凯健, 王美琳, 沈轶, 等. 溶剂助蒸馏法在烟草香气成分分析中的应用[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(2): 23-26.
- [17] 彭黎明, 闻质红, 赵晓东. 烤烟 C3F 叶片和烟梗中香味成分的对比分析[J]. 烟草科技, 2007(1): 43-45.
- [18] Polzin G M, Kosa-Maines R E, Ashley D L. Analysis of Volatile Organic Compounds in Mainstream Cigarette Smoke[J]. Environ Sci Technol. 2007, 41: 1297-1302.
- [19] 陈章玉, 缪明明, 孔维松, 等. 基质固相分散-高效液相色谱法同时测定烟草中的有机酸[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(1): 11-14.
- [20] Ka M-H, Kim M-J, Cho S-E, et al. Development and validation of an HPLC/UV method for simultaneous determination of 9 preservatives in cigarettes[C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007, abstr. SSPTPOST 07.

- [ 21 ] Geiss O , Kotzias D . Determination of Nicotine in Smoke Condensate by Ion Chromatography Coupled to Ultraviolet Detection [ J ] . Beitr Tabakforsch Int 2007 , 28 ( 4 ) : 307-311 .
- [ 22 ] 郭紫明 , 虞苏行 , 吴名剑 , 等 . 离子色谱法同时测定烟叶中的  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  和  $NH_4^+$  [ J ] . 烟草科技 , 2007 ( 7 ) : 42-45 .
- [ 23 ] 张建平 , 陈江华 , 束茹欣 , 等 . 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 , 2007 , 13 ( 5 ) : 1-5 .
- [ 24 ] 马翔 , 温亚东 , 王毅 , 等 . 傅立叶变换近红外光谱仪在烟草制丝线上的应用 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 3 ) : 16-18 .
- [ 25 ] 葛炯 , 王瑾 , 王维妙 , 等 . 近红外技术在卷烟真伪鉴别中的应用 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 4 ) : 29-31 .
- [ 26 ] 秦志强 . 声光可调—NIR 法预测烟草中的总烟碱、总糖、还原糖和总氮 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 2 ) : 30-34 .
- [ 27 ] Liu H , Xie F , Wang S , et al . Determination of carbamates and imidacloprid residues in tobacco by LC-MS-MS [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 08 .
- [ 28 ] Min H-J , Jang S-S , Kim I-J , et al . Study of the pyrolysis pattern of the organochlorine pesticides in tobacco [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPTPOST 10 .
- [ 29 ] Takanami Y , Moriyama T . Analysis of vapor and particulate phase free radicals in mainstream cigarette smoke [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 28 .
- [ 30 ] Ghosh M , Mcaughey J , Ionita P . Investigation of free radicals in cigarette smoke by Electron Spin Resonance [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 27 .
- [ 31 ] Bartalis J , Chan W G , Wooten J B . A New Look at Radicals in Cigarette Smoke [ J ] . Anal Chem 2007 , 79 : 5103-5106 .
- [ 32 ] Shorter J H , Nelson D D , Zahniser M S , et al . Measurement of nitrogen dioxide in cigarette smoke using quantum cascade tunable infrared laser differential absorption spectroscopy [ J ] . Spectrochim Acta : Part A 2006 , 63 : 994-1001 .
- [ 33 ] Tian Y-W , Sun S-H , Xie J-P . Detection of Radical Adducts with Small Molecular Weights by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization with Fourier Transform Mass Spectrometry [ J ] . Chin . J Chem , 2007 , 25 : 1139-1144 .
- [ 34 ] Ding Y S , Ashley D L , Watson C H . Determination of 10 Carcinogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mainstream Cigarette Smoke [ J ] . J Agric Food Chem , 2007 , 55 : 5966-5973 .
- [ 35 ] 周仕禄 , 许锴霖 , 董永智 , 等 . PTV-GC/MS-SIM 法检测卷烟烟气中的  $H_a$  [ J ] . 中国烟草科学 , 2007 , 28 ( 2 ) : 19-22 .
- [ 36 ] 刘少民 , 丁斌 , 董红武 , 等 . 高效液相色谱-内标法测定卷烟烟气颗粒物中的  $H_a$  [ J ] . 中国烟草学报 , 2007 , 13 ( 1 ) : 15-19 .
- [ 37 ] 陈开波 , 孙俊举 , 葛少林 . 离子色谱法测定卷烟主流烟气中氢氰酸 [ J ] . 中国烟草学报 , 2007 , 13 ( 5 ) : 23-26 .
- [ 38 ] 杜文 , 周宇 , 曹继红 , 等 . 连续流动法测定卷烟主流烟气中的 HCN 释放量 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 5 ) : 34-40 .
- [ 39 ] Glazier M , Vanheemst J D H . Artifact formation during the analysis of tobacco specific nitrosamines in sidestream smoke [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci . Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 25 .
- [ 40 ] Chiu C-W , Liang H-H , Huang H-Y . Analyses of alkaloids in different products by NACE-MS [ J ] . Electrophoresis , 2007 , 28 : 4220-4226 .
- [ 41 ] Hu Q , Li L , Chen Z . The content analysis of Cr , Cd , Hg and other inorganic elements in tobacco [ J ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 10 .
- [ 42 ] 郑赛晶 , 顾文博 , 张建平 , 等 . 抽吸参数对卷烟燃烧温度及主流烟气中某些化学成分的影响 [ J ] . 中国烟草学报 2007 , 13 ( 2 ) : 6-11 .
- [ 43 ] 黄龙 , 罗诚浩 , 柯炜昌 . 3 种烟用香精的极性偶合柱系统-GC/MS 分析 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 2 ) : 43-47 .
- [ 44 ] 廖方 , 张翼 , 肖竞 . 顶空-液相微萃取在烟用香精分析中的应用 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 6 ) : 39-43 .
- [ 45 ] 杨严明 . 微量液液萃取与同时蒸馏萃取分析香精比较 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 2 ) : 38-42 .
- [ 46 ] 黄龙 , 陈一 , 刘辉 , 等 . 卷烟及烟气中薄荷醇的毛细管气相色谱分析 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 4 ) : 32-36 .
- [ 47 ] 黎艳玲 , 杨华武 , 陈雄 , 等 . 2,6-脱氧果糖嗉的分离提纯及其向烟气释放致香成分的研究 [ J ] . 中国烟草学报 , 2007 , 13 : 32-35 .
- [ 48 ] 张晓仿 , 曹栋 , 邓国栋 . 从废次烟草浸膏中提取茄尼醇的皂化试验 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 5 ) : 50-52 .
- [ 49 ] 艾心灵 , 王洪新 , 朱松 . 烟草中绿原酸、烟碱和茄尼醇的超声波辅助提取 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 4 ) : 45-48 .
- [ 50 ] Yang L , Miao M , Wu Y , et al . Investigation of the thermal decomposition and pyrolysis behaviour of monomethyl succinate by non-isothermal TGA and on-line PyGC/MS [ J ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 30 .
- [ 51 ] 吴亿勤 , 杨柳 , 孟邵宇 , 等 . 桂叶油热解产物的 GC/MS 分析 [ J ] . 烟草科技 , 2007 ( 7 ) : 36-47 .
- [ 52 ] 曲国福 , 陆舍铭 , 孟邵宇 , 等 . 色谱指纹图谱在烟用香精质量控制中的应用 [ J ] . 烟草科技 2007 ( 7 ) : 46-50 .
- [ 53 ] Huang L-F , Wu M-J , Zhong K-J , et al . Fingerprint development of coffee flavor by gas chromatography-mass spectrometry and combined chemometrics method [ J ] . Anal Chim Acta , 2007 , 588 : 216-223 .
- [ 54 ] Cao Y , Wang Y , Zhu J H , et al . Adsorption and thermal release of menthol by zeolite [ J ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 abstr . SSPTPOST 05 .
- [ 55 ] Cotte V , Prasad S K , Wanp H W , et al . Real-time measurement of flavour release and persistence from cigarette smoke using APCI-MS [ C ] . CORESTA Meet . Smoke Sci .-Prod . Techno Groups , Jeju Island , 2007 , abstr . SSPT 16 .
- [ 56 ] 刘少民 , 丁斌 , 董红武 , 等 . 植物甾醇对卷烟主流烟气中 PAHs 的影响 [ J ] . 中国烟草学报 , 2007 , 13 ( 5 ) : 10-16 .
- [ 57 ] 杜咏梅 , 王允白 , 肖协忠 , 等 . 抽吸条件对卷烟主流烟气苯并 [ a ] 芘释放量影响的研究 [ J ] . 中国烟草学报 ,

- 2007, 13(2): 12-16.
- [58] Cheng Z, Chen Y, Wang J, et al. Development of filter material selectively decreasing  $\text{K}^+$  and  $\text{P}^+$  yields in mainstream cigarette smoke [C]. CORESTA Meet. Smoke Sci.-Prod. Techno Groups, Jeju Island, 2007 abstr. SSPPOST 17.
- [59] 聂聪, 吕功煊, 赵乐, 等. Ce 改性贵金属催化剂降低卷烟烟气中 CO 性能的研究 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 11-17.
- [60] 毛绍春, 李竹英, 李聪. 松树皮提取物可用于清除卷烟烟气自由基 [J]. 烟草科技, 2007(8): 35-38.
- [61] 赵光伟. 生长发育过程中烤烟磷元素含量变化 [J]. 烟草科技, 2007(2): 63-64.
- [62] 赵光伟, 阎秀峰, 孙广玉, 等. 黑龙江烤烟不同部位叶片锰锌铜含量的变化 [J]. 中国烟草科学, 2007, 28(4): 11-13.
- [63] 王芳, 凌爱芬, 刘国顺, 等. 饼肥对烤烟叶片不同发育时期类胡萝卜素及其主要降解产物的影响 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(5): 44-49.
- [64] 周初跃, 徐晓燕, 江晓红, 等. 喷施 Mg、B、Mo、Ca 对烤烟烟碱、多酚类等成分的影响 [J]. 烟草科技, 2007(7): 27-29.
- [65] 徐晓燕, 武丽, 章烽林, 等. 植物生长调节剂对烤烟内源激素、烟碱、多酚含量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 61-63.
- [66] 汪安云. 细菌对白肋烟叶片硝酸盐、亚硝酸盐和烟草特有亚硝胺含量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 3-7.
- [67] 胡群, 刘志华, 王建, 等. 6-取代茚满酰异亮氨酸共轭物对烟草挥发性成分及吸味品质的影响 [J]. 烟草科技, 2007(6): 35-38.
- [68] 赵铭钦, 陈江华, 陈秋会, 等. 不同陈化条件下烤烟多酚类物质的动态变化及其与化学成分的相关分析 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 16-19.
- [69] 闫克玉, 阎洪洋, 阎洪喜. 国产烤烟挥发碱含量对比分析 [J]. 烟草科技, 2007(3): 39-41.
- [70] 闫克玉, 龚珍林, 张映. 烤烟烟叶 pH 值的对比分析 [J]. 烟草科技, 2007(6): 49-52.
- [71] 杜文, 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.
- [72] 胡建军, 周骥衡, 李文伟, 等. 烤烟香味成分与其感官质量的典型相关分析 [J]. 烟草科技, 2007(3): 9-16.
- [73] 王玉, 王宝兴, 武怡, 等. 卷烟挥发性成分的聚类分析 [J]. 烟草科技, 2007(2): 48-52.
- [74] 张峻松, 马林, 徐如彦, 等. 超高压处理对烟草香味成分的影响 [J]. 烟草科技, 2007(2): 26-29.
- [75] 宁勇, 丁乃红, 陈开波, 等. 转化酶水解蔗糖加料烘焙对白肋烟品质的影响 [J]. 烟草科技, 2007(5): 44-48.
- [76] 魏玉玲, 阴耕云, 刘戈戈, 等. 模拟润叶和贮叶期间烤烟中总糖、还原糖、淀粉及糖碱比的变化 [J]. 烟草科技, 2007(4): 5-8.
- [77] 郝廷亮, 周显生, 贾玉国, 等. 烘丝过程中在制品化学成分变化的研究 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 6-15.
- [78] 张玉玲, 黄琼, 汪安云, 等. 白肋烟晾制期间烟叶中细菌的分离和鉴定 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(1): 37-40.
- [79] 郑晓云, 王瑞, 甘学文, 等. 烟叶铜锌超氧化物歧化酶的分离、纯化与性质 [J]. 烟草科技, 2007(4): 40-44.
- [80] 黄勇, 周骥衡, 周义和, 等. 五个烤烟品种叶片栅栏组织和海绵组织化学成分研究 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 57-60.

## 《烟草科技》2008 年第 8 期目次

·烟草工艺	
卷烟制丝加料工序均匀性的评价与控制 .....	廖惠云, 张映, 郝喜良 05
烟丝结构对卷烟物理指标的影响 .....	堵劲松, 申晓锋, 李跃锋, 等 08
制叶片段“二级配方”工艺的应用 .....	王志宇, 石中金, 安毅, 等 14
烟用二醋酸纤维丝束飞花的影响因素及改善对策 .....	黄建新, 马晓龙, 杨占平, 等 17
·设备与仪器	
决策管理系统打码过程中丢码问题的解决 .....	周德照, 高寅飞, 齐特, 等 22
模糊 - PID 控制在梗丝流化床中的应用 .....	戴滔 24
GDX1 包装机热熔胶喷涂系统的开发应用 .....	吕小波 29
PROTOS 70 卷接机组进刀装置的改进 .....	陈超, 李卓军 31
·烟草化学	
国产烤烟与津巴布韦烟叶常规化学成分比较 .....	王兵, 申玉军, 张玉海, 等 33
烟草中拟除虫菊酯类杀虫剂残留量的测定 .....	牟定荣, 杨明权, 董勇, 等 38
羊栖菜超临界 CO <sub>2</sub> 萃取物成分分析及在卷烟中的应用 .....	李娟娟, 赵明月, 夏巧玲, 等 41
LC-MS-MS 分析烟草中氨基甲酸酯农药残留 .....	龚炜, 刘惠民, 石杰, 等 44
茶质纸 - 醋纤二复合滤嘴在卷烟中的应用 .....	姚二民, 张峻松, 毛多斌, 等 49
·烟草农学	
$\alpha$ -淀粉酶和蛋白酶高产菌株的诱变选育 .....	赵铭钦, 李晓强, 王豹祥, 等 53
土壤养分与烤烟化学成分含量间的关系 ...	孙公, 杨树林 58
·病虫害防治	
烟草漂浮育苗剪叶刀具消毒药剂的筛选 .....	李成军, 陈玉国, 王海涛, 等 63
烟草马铃薯 Y 病毒病病株的空间分布 .....	孙宏宇, 赵奎军, 毛怀 65