

国内烟草制品香吃味研究近况探析

刘所锋^{1,2}, 李东方², 冷绍生^{*} (1. 中国海洋大学, 山东青岛266003; 2. 山东中烟工业公司青岛卷烟厂, 山东青岛266101)

摘要 针对目前国内以降焦减害为主线的烟草科技工作背景下烟草制品香吃味研究的科研工作现状进行了分析, 并对未来这方面工作的发展方向进行了展望。

关键词 香气; 吃味; 烟草化学; 烟草工艺; 烟草农业

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)28-12299-04

Research Status Analysis on Flavor and Taste of Domestic Tobacco Products in China

LIU Suo-feng et al (Ocean University of China, Qingdao, Shandong 266003)

Abstract In the face that domestic science and technology of tobacco focused on reducing the tar and harmful components, the status of tobacco scientific research on flavor and taste of tobacco products was analyzed. And possible trends in this field in the future were viewed.

Key words Flavor; Taste; Chemistry of tobacco; Technology of tobacco; Agriculture of tobacco

自2005年8月《烟草控制框架公约》在我国生效以后, 烟草行业正面临着前所未有的挑战。面对“入世”后给烟草行业所带来的冲击, 在国家烟草专卖局的正确领导下, 整个烟草行业正在通过自身的不懈努力, 特别是通过深化改革, 依靠科技进步, 不断提高行业的整体技术水平和竞争能力。对此国家烟草专卖局在《烟草行业中长期科技发展规划纲要(2006~2020年)》中提出了中国卷烟科技发展的方向和目标: 以市场为导向, 保持和发展中国卷烟的特色, 大力发展中式卷烟, 巩固发展国内市场, 积极开拓国际市场, 提高中国卷烟产品市场竞争力和中国烟草核心竞争力, 保持中国烟草持续、稳定、健康发展。提高国内烟草企业竞争能力的关键之一即是加大烟草科研力度, 以提高国内烟草制品质量。其中, 烟草的香吃味特性是卷烟内在质量的重要评价依据之一^[1]。为此, 笔者就国内烟草制品香吃味研究的近况进行了浅析, 并就目前研究中存在的一些问题进行了探讨。

1 烟草制品香吃味研究在国内烟草科研工作中的地位

1.1 烟草制品香吃味研究一度受到冷落 烟草制品作为一种嗜好性消费品, 对于环境和吸食者都有着潜在的危害。随着人们对于环境和自身健康的日益关注, 控烟问题正越来越为人们所重视。然而毕竟目前我国尚有3亿多的烟民无法立即脱离烟草制品的消费需求, 且烟草行业也在我国国民经济中占据着相当重要的地位, 可以预见, 烟草行业在我国还将长期存在^[2]。

在这种现状下, 如何降低现有烟草制品对于人体和环境的危害近几年成为烟草行业科研工作者的热点之一, 降焦减害成为了烟草科技工作者的工作主线^[3]。这方面的研究吸引了大量研究者的注意, 多种先进的检测手段(气相色谱、液相色谱、质谱、红外光谱等多种现代化复合检测仪器目前正被普遍地应用于烟草及烟气中有害物质的分析与检测)和工艺技术(其中包括生物、纳米、分子筛、低温催化剂、微波等现代化加工技术)在近年来被大量应用于降焦减害工作^[4-5]。在这样的背景下, 烟草制品香吃味研究工作反而在一定程度上受到了冷落, 近年来一直没有大的突破。自2004年以来, 盒标焦油含量基本降至15 mg/支, 烟草制品香吃味

研究工作才慢慢再度受到重视, 从谢剑平^[6]所作的《2006年烟草化学学科研究发展报告》中可以看到大量的有关这方面的内容。

1.2 降焦减害形势下烟草制品香吃味研究面临着更大的挑战 随着降焦减害的不断深入, 烟叶香气、吃味不足已成为影响烟叶品质和商品价值提高的主要因素之一^[7]。各烟草企业积极研制开发生产低焦油含量的卷烟, 在制烟工艺上广泛采用了添加烟草薄片、梗丝膨化、改进滤嘴、盘纸打孔、通风稀释、添加吸附剂等技术^[4-5], 致使卷烟在焦油含量降低的同时, 烟气中香气的传输量减少, 香气不足。这对卷烟原料的香味品质提出了更高的要求, 且在加工工艺上, 需要通过人工加香改善烟叶的香气状况。因此需要烟草科技工作者重视有关烟叶香气成分的分离鉴定、生理生化代谢、遗传育种及其与生态条件和栽培条件有研究, 以期烟草香气成分的化学合成, 以及通过品种选育和农艺措施提高烟叶香气含量, 改善香味品质, 改进烟叶和烟制品的香质、香型等提供理论依据。

2 国内烟草制品香吃味研究现状

2.1 烟草化学方面的研究 烟草制品的香吃味最终是通过化学物质向吸食者的口、喉、鼻传递的。近年来, 随着分析技术的不断发展, 越来越多新的分析技术被应用于烟草和烟气化学成分的分析测试。二维气相色谱液相色谱等新兴分析技术正越来越多地被研究者们所利用, 这使研究者的视线有可能从以前的糖、氮、碱等常规成分的分析延伸到挥发酸、挥发碱等微量香吃味成分的分析上来^[6]。这使得香吃味方面的研究工作在烟草化学方向上有了长足的进展, 大体可以总结如下。

2.1.1 常规成分分析的进展。烟草中水溶性糖、烟碱、总氮是烟叶常规分析中最主要的化学成分, 其含量及其派生值是评价烟草制品内在质量的重要依据, 对香吃味有着极其重要的影响。到目前为止, 这方面的研究内容仍在不断更新。

首先, 在分析方法上近年来有不少研究者提出了更快速、高效、准确的方法。邱军等采用近红外(NIR)光谱技术直接扫描烟叶粉末, 确立了预测烟气总粒相物中烟碱含量的数学模型。该方法精密度高, 可用于烟气总粒相物中烟碱含量的快速预测^[8]。王鹏等采用流动分析法对多种烟草中的不溶性氮和可溶性氮进行了测定, 结果表明该法是适合于烟草

作者简介 刘所锋(1967-), 男, 山东平度人, 在读硕士, 经济师, 从事新产品的设计开发及项目管理方面的研究。* 通讯作者, E-mail: lengshaosheng@yahoo.com.cn。

收稿日期 2008-07-23

不溶性氮和可溶性氮含量的快速分析方法^[9]。赵立红等对连续流动分析法在烟草中水溶性糖、烟碱等常规数据检测上的应用进行了对比研究,使其更趋于规范^[10]。秦志强等则利用声光可调-近红外光谱技术(AOTF-NR)成功建立了适用于烟草中总烟碱、总糖、还原糖和总氮含量的快速分析预测方法^[11]。

在分析全面性方面也较以前有所提高,有研究者开始对其中的糖、碱、氮进行更深入的分析,力图更深入地了解这些常规成分对于香吃味的影响。杨俊等建立了高效液相色谱-蒸发光散射检测法(HPLC-ELSD),同时测定烟草中水溶性糖的新方法,可以同时测定8种单糖和二糖,无需对待测组分进行衍生化处理,克服了示差折光检测器(RID)受外界环境因素影响大,不能进行梯度洗脱的缺点。该方法灵敏度高,重现性好,为研究烟草水溶性糖提供了一种准确、灵敏、快捷的分析方法^[12]。淀粉作为一种重要的多糖物质,对于评价烟叶质量具有重要意义。廖等和聂聪等分别研究开发了新的烟草淀粉含量测定方法——酶水解-连续流动法^[13-14]。廖等建立的方法是先用5%乙酸水溶液除去烟草样品中的可溶性糖后,再经淀粉酶水解,然后用连续流动法测定样品中的淀粉含量;该法的回收率大于93.00%,RSD=4.37%^[13]。聂聪等则是将样品先用85%乙醇去除水溶性糖,沸水浴加热使淀粉糊化,加入强碱破坏淀粉的结构,然后在淀粉葡萄糖苷酶(AGS)的作用下水解生成葡萄糖,使用连续流动法测定生成葡萄糖含量推算出淀粉含量;该法回收率为96.6%,变异系数为1.52%~4.08%^[14]。

其次,各常规成分数值与烟草香吃味之间的关系得到了研究者们更细致的关注。杜咏梅等通过数理统计系统分析了烟叶中水溶性糖(包括还原糖和总糖)、烟碱、总氮含量与烤烟吃味品质的关系,结果表明,水溶性糖、烟碱、总氮含量对烤烟吃味品质都产生极显著的影响,其中还原糖、烟碱为目前制约烤烟吃味品质的主要化学成分^[15]。赵铭钦等对香料烟陈化过程中烟叶中的烟碱、还原糖等常规化学成分和品质的变化进行了对比研究,结果表明,在陈化过程中香料烟烟叶淀粉、总氮含量呈现出小幅度下降趋势,蛋白质含量有所下降,烟碱含量明显下降,还原糖含量表现为陈化前期下降而中后期有上升的趋势,不同香型、不同部位香料烟之间在化学成分含量的变化上存在着明显的差异;进一步感官评吸结果表明,香料烟在陈化过程中总体感官质量及香型特征、香气质量、浓度、杂气、刺激性、余味和燃烧性等方面均有明显的改善,通过陈化过程,不同风格香料烟特有的属性特征充分显现^[16]。这些研究都非常明显地显示出常规化学成分与烟草香吃味之间有着非常显著的关系。遗憾的是,这些研究所用的香吃味评价手段多仅限于评吸结果,这使人们无法了解这些常规成分究竟如何经过燃吸以后发生化学变化,进而影响到吸食者的吸味感觉的细致过程。

2.1.2 致香味物质的研究进展。烟草的香味是烟叶散发的香气和烟叶燃烧后产生的气、味的总称。构成烟叶香味的成分众多,约有数百种,组分复杂,但含量较低,有些含量极微,而且各种致香成分间相互作用,所以20世纪60年代以前对其只有肤浅的认识。进入70年代,由于气相色谱、液相色谱、

质谱、核磁共振等分析技术的发展,使得对烟草和烟气化学成分分离鉴定成为可能。人们集中研究了烟叶中对烟气香味有影响的挥发性成分。如今已经基本明确了烟叶和烟气中的挥发物致香成分。一般可把烟叶香气成分分为酸类、醇类、酮类、醛类、酯类、内酯类、酚类、氮杂环类、呋喃类、酰胺类、醚类及烃类。

我国对烟叶香气物质的研究起步较晚。1989年,李云报道了对不同地区不同品种的烟叶样品中12种低级脂肪酸的气相色谱定量分析结果^[17]。1992年,洗可法等报道了对云南烤烟中性香味物质的系统分析研究,共鉴定出化学成分129种,并模拟优质云烟中性香味成分的组成,对其他地区的烟叶进行了加香试验^[18]。1993年,刘百战等报道了对不同部位成熟度及颜色的云南烤烟中14种香味成分的含量测定结果^[19]。1996年,夏巧玲等报道了对国内及国外不同类型卷烟的顶空成分的分析结果,共鉴定出了172种化学成分^[20]。进入2000年,随着分析技术不断提高,这方面研究内容越来越深入。以烤烟、白肋烟、香料烟作为研究对象,可将这些研究内容作如下概括。

烤烟方面,李炎强等从烤烟叶片中鉴定出了25种酸性成分,从烟梗中鉴定出了24种酸性成分^[21]。常爱霞等对特香型烤烟的挥发性致香物质进行了测定分析,认为不同类型烟草的香味特征与致香物质含量比例和致香物质成分差异都有关系^[22]。谢卫等对不同部位烤烟中香味成分的分析研究中,测定了烟叶中吡啶、吡咯等16种碱性香味成分,糠醛、芳樟醇等17种中性香味成分,丙酸、2-甲基戊酸、苯甲酸和月桂酸等15种酸性成分^[23]。朱小茜等分析了在烟叶抽吸和调制过程中多酚类物质的变化及其反应机理,认为多酚类物质的含量与烟叶品质、芳香吃味是一致的^[24]。杨再波等对烤烟烟梗中的挥发性中性香味成分进行了分析,测试了39种中性香味成分^[25]。

白肋烟方面,李鹏等鉴定出41种碱性化合物和45种醛酮类致香物,并定量测定了3个地区白肋烟中17种重要的碱性香味成分和27种醛酮类香味物质^[26]。谢剑平等采用同时蒸馏萃取、气相色谱和气质谱联用法对国产和进口白肋烟中的酸性、碱性和中性香味物质进行了分析,共鉴定出200种香味物质,其中有30种成分为烟草中尚未报道的化合物,并对白肋烟中重要的26种碱性、39种中性和15种酸性香味物质的含量,以及酸性、碱性和中性香味物质的总量进行了定量测定^[27]。

香料烟方面,张燕等对国内外6个产地不同等级的香料烟样品的内在化学成分、必需营养元素和挥发性致香物质等进行了分析,结果表明,不同产地香料烟中几种必需营养元素的含量变化范围较大,这些元素与香料烟中的糖和烟碱含量之间表现出不同的相关性,而致香成分大体上一致,但在含量上却有明显的差异^[28]。梁俐俐对土耳其香料烟中的挥发物进行了分析研究,鉴定出了酸类5种、羰基类11种、酯类3种、醇类6种,共计32种成分^[29]。

从上述内容可以看出,近年来烟草致香成分的研究工作已经不再简单局限于痕量物质的鉴定和分析,从烟草工艺、烟草农业技术等角度分析烟草化学成分的变化,进而将其与

烟草的香吃味联系在一起。

2.1.3 香味前体物质的研究进展。烟叶的致香物质一般不是烟草碳、氮等基本代谢过程的直接产物,而是先合成脂类、萜类等不具有挥发性的大分子化合物,然后进一步在酶或非酶作用下,分解转化而形成的。一种香气前体物可以形成特定的致香物质成分。按照致香物和香气前体物的关系可把致香物质分成以下几类。

(1) 异戊间二烯类和降-异戊二烯类。包括类胡萝卜素、无环类异戊间二烯、带环的类胡萝卜素降解化合物、无环的类胡萝卜素降解化合物、双萜类、降-赖百当类、碳环的倍半烯和单萜烯。烟叶在成熟和调制过程中,类胡萝卜素、西柏三烯萜醇等大分子化合物碳链氧化断裂,直接形成或进一步转化形成醛、酮、酸类挥发性成分,其中包括许多重要的香气成分,如4,6,8-巨豆三烯-3-酮异构体、3-氧代紫罗兰醇、大马士酮、-紫罗兰酮、二氢猕猴桃内酯、茄酮等。

(2) 类脂的代谢产物(包括从类脂衍生的低分子量化合物)。包括甘油酯类、糖酯类、磷脂类、神经鞘脂类等的降解产物。

(3) 糖和氨基酸非酶棕色化反应产物。这类香气物质包括氮杂环类的吡啶、吡咯、吡嗪类衍生物以及呋喃、酸类和碳基化合物等。

(4) 生物碱及其转化产物。主要是氮杂环类的香气成分。

(5) 苯丙氨酸和木质素代谢产物。主要有苯甲醛、苯甲醇、苯乙醛、苯乙醇、2-呋喃甲醛等。

这方面的研究在国内较少。杨虹琦等研究了不同产区烤烟中质体色素及其降解产物,认为烤烟独特香气的形成与烟叶中各种质体色素降解产物的协调性有关,在烟叶生长和成熟期采用适宜的调控技术,促进类胡萝卜素的积累,减少烟叶在调制过程中类胡萝卜素的降解,将有利于烤烟香气质和香气量的改善和提高。更多的内容集中在了糖和氨基酸非酶棕色化反应上,这类反应也称梅拉德反应^[30]。目前梅拉德反应已广泛应用于卷烟生产^[31-32]。然而烟草中许多种化合物同时存在使得这种棕色化反应错综复杂,到目前为止,还有许多反应机理尚不清楚,烟草化学工作者仍在继续研究和探索中。

2.2 烟草工艺方面的研究

2.2.1 卷烟原料加工工艺对烟草香吃味影响的研究。近几年,研究者们对于烘烤工艺的研究越来越详细。2001年以前,宫长荣等的研究多还以评吸结果作为卷烟内在质量的唯一评判手段^[33-34]。2004年,艾复清等报道贵烟4号变黄阶段烘烤环境与烘烤后烟叶香吃味的关系时,特别加入了石油醚提取物含量进行辅助说明,分析结果还表明烘烤后烟叶的石油醚提取物含量与香吃味评吸表现出较好的相关性^[35]。2007年,王凌等报道对不同烘烤处理条件下致香物质积累进行研究的结果,研究中对于烘烤后烟草中的致香成分进行了非常细致的分析^[36]。以上研究显示,研究人员正逐渐倾向于将烟草制品香吃味的感官鉴定和理性分析结果结合使用,以消除烟草品质鉴定的主观性。

发酵和陈化过程对烟草制品香吃味影响颇大,这方面的

研究相对开展较早^[37]。赵铭钦等还深入研究了香料烟陈化过程中有机酸等致香成分的变化情况,描述了烟草陈化发酵过程香吃味物质变化规律^[38-39],为生产工艺的优化提供理论依据。2007年,赵铭钦等又报道了在恒温恒湿发酵条件下不同生物制剂处理对发酵烤烟烟叶中香气物质含量影响的研究结果,将发酵过程对烟草制品香吃味改善的工作推向新的台阶^[40]。

2.2.2 卷烟工艺对烟草香吃味影响的研究。通过叶组配方的改变和加香加料也可以改变烟草制品香吃味。近几年,关于叶组配方方面的研究报道相对较少,笔者认为可能有以下3个方面的原因:第一,叶组配方属于企业核心秘密,为保持产品内在品质的稳定性,各企业几乎不公布产品的叶组配方以及轻易地改变叶组配方。第二,叶组配方对于香吃味的影响极为复杂,很难从理论上进行较为透彻的研究。第三,在降焦减害的大背景下,综合考虑成本和香吃味改善效果,加香加料似乎比改变叶组配方更有优势。近几年,加香加料方面国内的研究报道层出不穷。2008年,倪克平等报道了淡竹叶挥发油的香味成分分析及其在卷烟加香中的应用研究^[41]。孙毅等则报道了合成的d-酒石酸l-薄荷醇双酯在烟草加香中应用的研究内容^[42]。这类报道内容一般分为2类:一类采用各种浸提手段获得一些香料浸膏,并进行成分分析,然后将其用于加香加料,如倪克平等的工作;另一类则如孙毅等,直接合成香料物质,然后进行加香加料。然而加入的香料物质多为挥发性成分,长期保存易于散失,这方面问题最近已经引起了一些研究者的关注^[43]。解万翠等提出了添加糖苷类物质等香料前体到卷烟中,实现了加香的同时得到了缓释效果^[44],为这方面研究提供了一种思路。

2.3 烟草农业方面的研究烟草农业方面的很多因素同样对于烟草香吃味有着非常重要的影响。因为这方面的影响因素极多,因而这部分的研究内容也非常丰富。一般可将烟草农业上的影响因素分为生态因素和栽培因素。生态方面构成的影响因素有地理位置、温度、光照、水分、海拔、土壤等,而栽培因素方面则主要包括施肥、移栽、打顶和除芽等。当然,烟草自身的一些特点也会对其香吃味有重要影响,如因品种而涉及的烟草遗传性状等。在烟草的生长成熟的过程中,香吃味特性也会不断变化。

吴鸣等对白肋烟中20种重要香味成分的含量和香味成分总量的变化进行了研究,发现白肋烟中的茄酮、降茄二酮、巨豆三烯酮、吲哚、氧化异佛尔酮等重要烟草香味物质含量在生长、采收、调制过程中呈明显增加趋势,在成长和采收过程中烟叶内几乎不存在吡啶和甲基吡啶,直到调制阶段其含量才呈明显增加趋势,而新植二烯和香味成分总量在整个过程中持续增加,调制期间达到最大值,而后新植二烯逐渐减少,香味成分总量趋于平稳^[45]。韩延等对香料烟生长期内香气成分的变化动态进行了研究,结果表明,在香料烟生长发育过程中香气物质的总量随烟株的形成逐渐上升,移栽后70~80d是香气物质积累的关键时期,烟株生长过程中总酸性物含量第一高峰期出现在移栽后55d,移栽后80d达到最大值,色素降解产物的含量逐渐增大,西柏三烯二醇移栽后的含量在生长前期逐渐上升,80d左右达到最大值,赖百当

类萜醇的降解产物在烟叶生长期间的含量逐渐增加^[46]。施肥与烟叶香气关系极为密切,大量研究表明,施用有机肥对增加油分和提高香气有明显的效果^[47-50]。

任永浩等的试验结果表明:不同根际土壤pH值下烟叶香气成分有明显的差异。定量测出的15种香气物质成分的含量在根际pH值6.5~7.5范围内为最高,pH值超过此范围则它们的含量普遍降低^[51]。韩锦峰等对比了生长在不同海拔的烟叶中各种香气物质成分上的差别,得出结论:低海拔的烟叶中高分子的致香成分多,偏向浓香型;高海拔的烟叶中低分子致香物质较多,偏向清香型^[52]。此后,胡国松等和李天福等在海拔对于香吃味的影响方面又进行了一些更细致的研究^[53-54]。

3 国内烟草制品香吃味研究目前存在的问题及未来工作展望

3.1 研究缺乏系统性 从烟草种植到卷烟工艺的这一纵向过程,每一环节对于香吃味的影响都是相当复杂的。而目前的研究工作大多还停留在感性规律的总结上,借助现代分析仪器所进行的理性分析才刚刚开始。此外,现有的香味成分分析多是针对烟草进行,而很少对烟气进行对应的检测,一些在燃烧中产生的香吃味物质不能被有效认知。而由于卷烟制品的燃烧性能不同,卷烟制品中的香味成分向烟气中的转移状况也大相径庭。从这个角度上看张敦铁等对3种A-madori化合物的热解研究着眼于高温热解过程致香物质的形成^[55],具有一定开创性意义。

3.2 烟草制品的香吃味仍以评吸为主 虽然烟草的香吃味最终要通过人的口、鼻、舌、喉等才感知得到,但评吸过程确实很难排除人为主观性以及由此所产生的不确定性。如果能有效地将烟草或烟气成分和烟气香吃味体现细致地对应起来,将感性结果和理性数据有效结合,则烟草香吃味质量评定的客观性则应该会大大提高。可喜的是,近几年很多研究者已经慢慢倾向于将香味物质的细致分析结果引入到烟草质量的评定中来^[19,25,36,38]。

3.3 过分注重烟草中香气味前体物质的分析和检测 早期香味物质的分析和鉴定中,研究者还较为关注烟气中香味物质的分析。近几年所查到的香味物质研究文献中则绝大多数关于烟草制品香吃味的理性数据分析都是对烟草中的成分进行分析,这种研究方法显然忽略了燃吸过程对于致香物质有效转移的影响。

另一方面,人们虽然常常将香吃味相提并论,目前关于吃味物质的研究却少有报道。卷烟在燃吸时,香气和吃味往往不能截然分开,而是在综合地起作用。香气往往是挥发性的,更多被鼻腔感知,而吃味则主要是口腔的感觉。从国内外烟草制品的评吸方法对比上也很容易看出,国内这方面研究过于偏向香气,相比较来讲国外的评吸方法更侧重香味和吃味的具体特征,强调由嘴、鼻、喉获得的整体感觉^[1],这种评价方式显然更加客观、全面。国内研究者所作的寥寥几篇纯粹关于吃味的研究报道^[15-56]更多的指的是评吸上的概念。

3.4 不良气息在化学成分上的体现未得到有效关注 在传统的评吸项目中,杂气和刺激性也是感知的重点。然而这些

杂气和刺激感究竟是由烟气中哪些物质产生的则很少有人关注。如果研究者们能针对烟气中的这些成分进行深入研究,并继而提出烟草制品加工工艺或农业技术上的一些改进方案,相信将能使有益的香吃味成分更加突出。

参考文献

- [1] 张槐苓,马林,姚光明,等.卷烟工艺学M.北京:中国轻工业出版社,1997.
- [2] 卫广娜.降焦减害:烟草行业最核心责任J.新世纪周刊,2007(21):110-111.
- [3] 中国烟草学会.坚持降焦减害,发展“中式”卷烟——2002年烟草科研进展J.科技和产业,2004,4(5):33-38.
- [4] 郑新章,张仕华,邱纪青.卷烟降焦减害技术研究进展J.烟草科技,2003,196(11):8-13.
- [5] 封幸兵,李佛琳,洪丽芳.卷烟降焦减害技术研究进展J.广西农业科学,2005,36(4):380-383.
- [6] 谢剑平.2006年烟草化学学科研究发展报告J.中国烟草学报,2007,13(2):47-55.
- [7] 史宏志,刘国顺.烟草香味学M.北京:中国农业出版社,1998.
- [8] 邱军,王允白,张怀宝,等.近红外光谱法预测烟气总粒相物中的烟碱含量J.中国烟草科学,2006(2):12-13.
- [9] 王鹏,吕祥敏,戴亚.流动分析法测定烟草中的不溶性氮和可溶性氮[J].烟草科技,2006(3):38-40.
- [10] 赵立红,方敦煌.连续流动分析法测定烟草中水溶性糖、烟碱、氯离子的比较研究J.光谱实验室,2007,24(2):224-230.
- [11] 秦志强,蔡绍松,谢豪,等.声光可调-NR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.
- [12] 杨俊,刘江生,蔡继宝,等.高效液相色谱-蒸发光散射检测法测定烟草中的水溶性糖J.分析化学,2005,33(11):1596-1598.
- [13] 廖,胡纳,张世楠.酶水解-连续流动法测定烟草中的淀粉含量J.中国烟草学报,2006(1):20-22.
- [14] 聂聪,吴鸣,张威,等.酶水解-连续流动法测定烟草中的淀粉含量[J].中国烟草学报,2006(3):17-21.
- [15] 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.
- [16] 赵铭钦,刘国顺.香料烟陈化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.
- [17] 李云.气相色谱法分析中国烟叶的低级脂肪酸J.烟草科技,1989(3):27-30.
- [18] 洗可法,沈朝智,戚万敏.云南烤烟中性香味物质分析研究J.中国烟草学报,1993,1(2):1-9.
- [19] 刘百战,洗可法.不同部位、成熟度及颜色的云南烤烟中某些中性香味成分的分析研究J.中国烟草学报,1993,1(3):46-53.
- [20] 夏巧玲,赵明月.国产及进口优质卷烟顶空成分分析J.烟草科技,1996(6):9-12.
- [21] 李炎强,胡有持,王痒,等.烤烟叶片与烟梗挥发性、半挥发性酸性成分研究J.中国烟草学报,2001,7(3):1-5.
- [22] 常爱霞,贾兴华,郝廷亮,等.特香型烤烟挥发性致香物质的测定与分析J.中国烟草科学,2001(1):1-5.
- [23] 谢卫,刘江生,杨斌,等.不同部位烤烟中香味成分的分析研究J.福建分析测试,2003,12(2):1740-1742.
- [24] 朱小茜,徐晓燕,黄义德,等.多酚类物质对烟草品质的影响J.安徽农业科学,2006,33(8):1910-1911.
- [25] 杨再波,彭黔荣,赖东辉,等.烤烟烟梗中挥发性中性香味成分的分析研究J.贵州工业大学学报:自然科学版,2005(2):31-39.
- [26] 李鹏,吴鸣,谢剑平.白肋烟中一些重要碱性成分和羰基化合物的分析研究J.中国烟草学报,2002,8(1):1-5.
- [27] 谢剑平,赵明月,吴鸣.白肋烟重要香味物质组成的研究J.烟草科技,2002(10):3-16.
- [28] 张燕,李天飞,宗会,等.不同产地香料烟内在化学成分及致香物质分析J.中国烟草科学,2003(4):13-16.
- [29] 梁俐俐.土耳其香料烟挥发物的分析研究J.质谱学报,2006,21(3):21-22.
- [30] 杨虹琦,周冀衡,罗泽民,等.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,2004(10):640-644.
- [31] 刘立全,王月霞.梅拉德反应在烟草增香中的应用研究进展J.烟草科技,1994(6):21-24.
- [32] 杨叶昆,李雪梅,唐自文,等.酪蛋白的酸水解及其棕色化反应产物在卷烟加香中的应用J.烟草科技,2001(1):8-10.
- [33] 官长荣,孙福山,刘奕平,等.烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J].中国烟草科学,1999(2):8-9.

期总黄酮含量最高,为1.683%,原产地二白期总黄酮含量最高,为1.968%。

表3 原产地与引种地生态因素

Table 3 The ecological factors in the original region and the introduced region

地点 Sites	年均气温 Annual average temperature	最低月均气温 Lowest monthly average temperature	最高月均气温 Highest monthly average temperature	年均降水 mm Annual average rainfall	海拔 m Elevation	平均日照 h Average sunlight
宁夏贺兰 Helan County of Ningxia	8.6	- 14.9	29.5	211	1 122	2 935
山东平邑 Pingyi County of Shandong	13.2	- 2.1	27.0	803	260	2 622

(2) 绿原酸和黄酮类化合物是在植物内通过次生代谢途径合成的一类次生代谢产物。植物体中次生代谢物的产生和分布通常有属、器官、组织和生长发育期的特异性,同时受到环境中各种因素的影响^[11]。因为植物次生代谢产物是在植物具有合成某种次生代谢物基因的前提下经环境诱导而产生^[12-13],是植物适应生态环境、谋求生存的需要^[14]。在自然生长条件下,植物的种质和遗传适应性是影响植物次生代谢物含量的关键因素^[15]。每种植物在长期的繁衍、发展过程中,都形成了对某种环境因子的特定需要和对环境的适应能力,外界生态环境条件的不同会导致相同品种的植物体内次生代谢过程的变化。宁夏贺兰与山东平邑生态因素相差较大,势必导致即使是同一品种其代谢产物含量也将发生较大变化。该研究可为宁夏引种金银花的质量评价和质量控制提供参考。

参考文献

- [1] 中华人民共和国药典委员会. 中华人民共和国药典 一部 [S]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 152-153.
- [2] 石钺, 石任兵, 陆蕴如. 我国药用金银花资源化学成分及药理研究进展 [J]. 中国药学杂志, 1999, 34(11): 724.
- [3] 高玉民, 王名洲, 王建平, 等. 金银花化学成分的研究 [J]. 中草药, 1995, 26(11): 568.

(上接第12302页)

- [34] 宫长荣, 袁红涛, 周义和, 等. 烟叶在烘烤过程中淀粉降解与淀粉酶活性的研究 [J]. 中国烟草科学, 2001(2): 9-11.
- [35] 艾复清, 师会勤. 烘烤变黄环境对烤后烟叶石油醚提取物及香吃味的影响 [J]. 有机农业与食品科学, 2004, 20(6): 52-56.
- [36] 王凌, 苗果园, 刘华山. 烘烤温湿度对烟叶香气物质的影响 [J]. 河南农业科学, 2007(8): 36-39.
- [37] 朱大恒, 韩锦峰, 李彩霞, 等. 烤烟发酵过程中品质及香吃味的形成 [J]. 河南农业科学, 1997(3): 5-8.
- [38] 赵铭钦, 刘国顺, 于建春. 香料烟陈化过程中烟叶有机酸含量变化特点研究 [J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(1): 17-20.
- [39] 赵铭钦, 陈红华. 烟叶陈化过程中化学成分的分解转化与品质形成的关系 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(14): 3394-3397.
- [40] 赵铭钦, 李芳芳, 李晓强, 等. 不同生物制剂处理对发酵烤烟香气物质含量的影响研究 [J]. 云南农业大学学报, 2007, 22(4): 519-524.
- [41] 倪克平, 李光照, 赵铭钦, 等. 淡竹叶挥发油的香味成分分析及在卷烟加香中的应用研究 [J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2008, 23(1): 15-17.
- [42] 孙毅, 孔宁川, 谢冰. α-酒石酸-薄荷醇双酯的合成及烟草加香应用 [J]. 烟草科技, 2008(1): 43-45.
- [43] 宋瑜冰, 宗永立, 李炎强. 一些酯类香料在卷烟加香后散失率研究 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(6): 1-6.
- [44] 解万翠, 刘艺, 阎威, 等. 糖苷类香料前体的卷烟加香和缓释效果 [J]. 烟草科技, 2006(7): 40-42.

- [4] 娄红祥, 朗伟君, 吕木坚. 金银花中水溶性化合物的分离与结构鉴定 [J]. 中草药, 1996, 27(4): 195.
- [5] 陈昌祥, 王薇薇, 倪伟, 等. 金银花花蕾中的新三萜皂苷 [J]. 云南植物研究, 2000, 22(2): 201.
- [6] 武雪芬, 景小琦, 李国茹. 金银花叶药用成分的提取及抑菌试验 [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(3): 43-44.
- [7] 杨吉华, 王华田, 张光灿, 等. 金银花水土保持效益的研究 [J]. 生态学杂志, 1997, 16(3): 35-38.
- [8] 蒋受军, 朱斌. 高效液相色谱法测定金银花中绿原酸的含量 [J]. 广西医科大学学报, 2002, 19(5): 695-696.
- [9] 孙敏耀, 唐文照, 卢霞, 等. 分光光度法测定不同采收时间桑叶中总黄酮 [J]. 中草药, 2004, 35(10): 1098-1101.
- [10] 王红星, 乔传英, 古红梅. 影响植物次生代谢产物形成的因素 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(35): 11376-11377.
- [11] 张康健, 董娟娥. 药用植物次生代谢 [M]. 西安: 西北大学出版社, 2001: 17-26.
- [12] FARMER E E, ALM RAS E, KINSHNAMRITHY V. Jasmonates and related oxylipins in plant responses to pathogenesis and herbivory [J]. Cur Opin Plant Biol, 2003, 6: 372-378.
- [13] TAGUCHI G, YAZAWA T, HAYASHIDA N, et al. Molecular cloning and heterologous expression of novel glucosyl-transferases from tobacco cultured cells that have broad substrate specificity and are induced by salicylic acid and auxin [J]. Eur J Biochem, 2001, 268: 4086-4094.
- [14] 赵德修, 李茂寅, 邢建军, 等. 光质、光强和光期对水母雪莲愈伤组织生长和黄酮生物合成的影响 [J]. 植物生理学报, 1999, 25(2): 127-132.
- [15] SPITALER R, SCHORHAUFER P D, ELLMERER E P, et al. Altitudinal variation of secondary metabolite profiles in flowering heads of *Arnica montana* cv [J]. Phytochemistry, 2006, 67: 409-417.
- [45] 吴鸣, 赵明月, 谢剑平, 等. 生长、采收、调制过程中白肋烟重要香味成分的变化 [J]. 烟草科技, 2002(9): 8-16.
- [46] 韩延, 刘国顺, 刘艳英, 等. 不同生长期香料烟香气成分的变化动态研究 [J]. 中国烟草科学, 2003(2): 41-45.
- [47] 韩锦峰, 王凌, 张秀英, 等. 生物有机肥对烤烟生长发育及其产量和品质的影响 [J]. 河南农业科学, 1999(6): 11-14.
- [48] 杨智刚, 柴家荣, 何秀芬, 等. 有机肥与中微肥对晒烟品质的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(1): 10-13.
- [49] 冯柱安, 彭桂芬. 不同氮素形态对烤烟品质影响的研究 [J]. 中国烟草科学, 1998(4): 11-15.
- [50] 彭桂芬, 肖祯林, 张辉, 等. 氮素形态对烤烟品质影响的研究 [J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(2): 141-147.
- [51] 任永浩, 陈建军, 马常力. 不同根际pH下烤烟香气化学成分的研究 [J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(1): 127-132.
- [52] 韩锦峰, 刘维群, 杨素勤, 等. 海拔高度对烤烟香气物质的影响 [J]. 中国烟草科学, 1993(3): 1-3.
- [53] 胡国松, 杨林波, 魏巍, 等. 海拔高度、品种和某些栽培措施对烤烟香吃味的影响 [J]. 中国烟草科学, 2000(3): 9-13.
- [54] 李天福, 王树会, 王彪, 等. 云南烟叶香吃味与海拔和经纬度的关系 [J]. 中国烟草科学, 2005(3): 22-24.
- [55] 张敦铁, 殷发强, 何佳文. 三种 Anacardi 化合物的热解研究 [J]. 中国烟草学报, 2006(2): 13-16.
- [56] 郭俊成, 阎向阳, 程晓蕾. 改善白肋烟的工艺处理研究 [J]. 安徽农学通报, 1997, 3(1): 58-61.