

烟草近红外光谱分析技术



张忠锋 付秋娟 编著

中国农业科学技术出版社

烟草近红外光谱分析技术



张忠锋 付秋娟 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

烟草近红外光谱分析技术 / 张忠锋, 付秋娟编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2658 - 5

I. ①烟… II. ①张… ②付… III. ①红外分光光度法 - 应用 - 烟草制品 - 质量分析 IV. ①TS47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 154208 号

责任编辑 贺可香

责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106638(编辑室) (010)82109702(发行部)
(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106638

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 全国各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 18.25

字 数 380 千字

版 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

定 价 78.00 元

《烟草近红外光谱分析技术》

编 委 会

主 编 著：张忠锋 付秋娟

副主编著：束茹欣 姚鹤鸣 任 杰

参编人员：(按姓氏笔画排序)

王文杰	王志刚	王爱华	王维妙
尹 旭	申国明	付秋娟	朱先志
任 杰	刘 全	刘艳华	刘新民
闫 宁	杜咏梅	宋明玉	杨 凯
杨 斌	李 峰	李安菊	束茹欣
邱 军	张怀宝	张忠锋	张建平
张洪博	张 鹏	周汉平	周淑平
侯小东	姚鹤鸣	徐秀红	高 林
葛 炯	韩 晓	窦玉青	谭家能

前 言

烟草是一种重要的经济作物，是卷烟工业的重要原材料。卷烟的生产过程包括从烟叶原料采购至产品入库为止的全过程。一般需要涉及到原料采购、复烤、醇化、生产及包装等一系列加工过程。烟叶原料的质量差异、复烤加工过程的质量控制及卷烟配方设计的生产工艺等参数的波动，都会导致卷烟产品质量不稳定，批次间差异较大，直接影响卷烟香气和吸味品质。因此，了解卷烟生产过程的特点及影响产品质量的各因素，寻找合理的关键控制点，快速有效的质量控制手段十分重要。近红外光谱分析技术的特点决定了其在这一领域可以发挥重要作用。

国内外近红外光谱分析（NIR）技术在烟草领域的研究，从 20 世纪 70 年代开始出现，20 世纪 80 年代研究报道不断增加，特别是进入 20 世纪 90 年代后，随着 NIR 软硬件的发展，研究对象更是不断扩展。不但可以建立烟叶烟碱、总糖等主要化学成分的近红外快速测试方法，还可以预测多酚、有机酸，以及外观物理指标、烟气成分等一些指标，甚至用于卷烟真伪鉴别、烟叶风格特征评价等等。实践证明，利用该技术快速简便的优势，已经在实验室、拟采购烟叶质量预警、烟叶储存养护过程、烟叶打叶复烤配方指导与质量控制、卷烟加工过程、入库及在库烟叶的质量检测等方面进行得到广泛应用。为了及时总结近几年近红外光谱分析技术在烟草产业开展的一些工作，编写了此书。

本书第一章介绍了烟草概况及烟草质量评价标准；第二章对近红外分析技术的基本概念作了简要介绍；第三章介绍了近红外技术在烟草产业的研究进展；第四章至第八章详细介绍了近红外在烟叶化学成分、外观物理指标、烟气成分、判别分析、在线分析等方面开展的一些研究工作，具体分析了烟叶样品的光谱特性、定性定量分析模型的建立、模型验证及模型转移等内容；第九章对近红外技术在烟草产业中的应用前景进行了展望。

本书在编写过程中得到了相关同事及同行专家的支持和帮助，在此借本书的出版向他们表示衷心的感谢。

由于近红外技术与应用发展迅猛，加之编写人员水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，敬请各位专家和读者批评指正。

编者

目 录

第一章 烟草概况	(1)
第一节 烟草的起源及类型分布	(1)
第二节 我国烟草生产现状及发展方向	(4)
第三节 烟草质量评价指标及常用的检测方法	(8)
第二章 近红外光谱分析技术简介	(17)
第一节 近红外光谱分析技术的产生及发展历史	(17)
第二节 近红外光谱分析技术的特征和应用特点	(20)
第三节 近红外光谱分析技术的工作过程	(26)
第四节 近红外光谱分析中的化学计量学	(27)
第五节 近红外光谱分析模型的优化与验证	(35)
第六节 影响近红外光谱分析结果准确性的因素	(37)
第三章 近红外光谱分析技术在烟草产业的研究进展	(42)
第一节 烟草化学成分近红外分析	(42)
第二节 烟草外观物理指标近红外分析	(43)
第三节 烟气成分近红外分析	(44)
第四节 烟草近红外判别分析	(45)
第五节 烟草在线近红外分析	(46)
第四章 烟草化学成分近红外光谱分析	(48)
第一节 烟草常规化学成分近红外分析模型研究	(48)
第二节 烟草中无机元素的近红外分析模型研究	(80)
第三节 烟草中淀粉、多酚和色素的近红外分析模型研究	(94)
第四节 烟草中蛋白质的近红外分析模型研究	(111)
第五节 烟草中总挥发碱的近红外分析模型研究	(116)
第六节 烟草中石油醚提取物的近红外分析模型研究	(119)
第七节 烟草 pH 值的近红外分析模型研究	(123)
第八节 烟草中茄尼醇的近红外分析模型研究	(127)

第九节 烟草中有机酸的近红外分析模型研究	(134)
第五章 烟叶外观物理指标的近红外光谱分析	(140)
第一节 烟叶结构和油分的近红外光谱预测	(140)
第二节 烟草物理指标的近红外模型研究	(148)
第六章 卷烟烟气成分的近红外光谱分析	(177)
第一节 近红外法预测原烟卷烟主流烟气中的焦油和烟碱	(177)
第二节 近红外光谱法快速测定烤烟苯并[a]芘释放量	(184)
第三节 近红外光谱法预测烟气中氰化氢(HCN)、氨、苯酚	(189)
第七章 近红外在烟草判别分析中的研究与应用	(197)
第一节 近红外技术鉴别中华牌卷烟真伪	(197)
第二节 基于近红外信息的烟叶分析	(202)
第八章 烟草在线近红外光谱分析	(248)
第一节 打叶复烤配方均匀性控制模式的研究	(248)
第二节 原烟在线近红外光谱模型转移研究	(255)
第三节 带梗烟叶在线近红外模型的建立与应用	(262)
第九章 烟草近红外光谱分析前景展望	(267)
第一节 卷烟生产过程的质量分析与控制	(267)
第二节 烟草近红外光谱分析技术前景展望	(269)
附录 近红外光谱仪的操作规程与要求	(272)
英文缩略词表	(275)
参考文献	(276)

第一章 烟草概况

第一节 烟草的起源及类型分布

烟草起源于美洲、大洋洲和南太平洋的一些岛屿。美洲印第安人栽培利用烟草最早。1492年10月，哥伦布率领探险队到达美洲，看到当地人在吸烟。1558年航海水手们将烟草种子带回葡萄牙，随后传遍欧洲。16世纪中叶烟草传入中国。开始传入的是晒晾烟，距今已有400多年的种植历史。1900年在我国台湾试种烤烟，自1910年后相继在山东、河南、安徽、辽宁等地试种烤烟成功，1937—1940年开始在四川、贵州和云南试种，发展成为我国主产优质烟区。20世纪50年代引进香料烟，20世纪60年代引进白肋烟，分别在浙江新昌、湖北建始试种成功。黄花烟约在200年前由俄罗斯传入我国北方地区种植。

烟草在植物学分类学上，属双子叶植物纲（Dicotyledoneae），管花目（Tubiflorae），茄科（Solanaceae），烟草属（Nicotiana）。一般将烟草属分为3个亚属，即黄花烟草属（Rustica）、普通烟亚属（Tobacum）和碧冬烟亚属（Petuuioides），共计66个种。烟草属大多数是草本，少数是灌木和乔木状，多数为一年生也有多年生，种间植物差异较大，但都能产生植物碱。人类可以直接栽培利用的只有两个种，一个是普通烟草（*N. tabacum*. L.）又称红花烟草，为人类栽培烟草的最主要的一个品种。植株被腺毛，高1米左右。叶柄不明显或成翅状柄。用手摸起来，叶发黏。圆锥花序顶生。花萼筒状，花冠漏斗状，形似军号，末端粉红色。蒴果，种子黄褐色。烟叶为卷烟工业的主要原料；另一个是黄花烟草，为人类栽培烟草的两个品种之一，花冠呈淡黄至绿黄，花冠长度约为普通烟草的一半，生育期较短，耐寒冷。

根据烟叶的品质特点、生物学性状和栽培调制方法，我国的烟草类型一般分为烤烟、晒烟、晾烟、香料烟、白肋烟和黄花烟等六个类型。

一、烤烟

烤烟是指将采收后的烟叶在烤房内利用火管传导热量，叶片不直接与火接触而烘烤干燥的烟叶，烤后叶片多呈桔黄色或柠檬黄色。烤烟是世界上栽培面积最大的烟草类型，是烟草工业的主要原料，也可作斗烟的原料。我国烤烟种植面积和总产量都居世界首位，占全国烟草种植面积的 90% 左右。主要集中在云南、贵州、四川、福建、河南、湖南、山东等地。其中云南烟叶以清香味浓而闻名全国，是高档卷烟生产不可缺少的主要原料。烤烟化学成分的特点是含糖量较高，蛋白质含量较低，烟碱含量适中。

二、晒烟

晒烟的烟叶利用阳光进行调制，根据晒后烟叶的颜色不同，分为晒红烟（red sun - cured tobacco）和晒黄烟（yellow sun - cured tobacco）。在各地自然条件和栽培长期驯化下，加之调制技术的日臻完善，形成了各俱地方特色的产品，以独特的香吃味闻名国内外。它是卷制具有中国风味的混合型卷烟的珍贵原料，世界上任何国家都无法比拟。①晒黄烟。晒黄烟的外观质量和内在化学成分，与烤烟接近。香吃味好，焦油含量低，既可用作烤烟型卷烟的原料，也可用作混合型卷烟的原料，使用价值高。晒黄烟产区分布零散，主要在广东省南雄、连县，广西自治区南平、贺州，湖北省黄州，湖南省宁乡，福建省沙县等地。②晒红烟。晒红烟资源丰富，分布最广泛，产品最多。晒红烟的叶片一般较少，叶肉较厚，分次采收或一次采收，调制后呈深褐色或紫褐色，上部叶片品质最好，其化学成分的特点是含糖量一般较低，蛋白质和烟碱含量较高，香气质好，吃味丰满，用作混合型卷烟可调节香吃味和劲头，具有广阔的发展前景。

三、晾烟

晾烟是指逐叶采摘的烟叶或整株、半整株采收后的烟叶，不直接放在阳光下，而是置于通风的室内或无阳光照射的适当场所晾干的烟叶。晾烟分为浅色晾烟（light air - cured tobacco）和深色烟晾（dark air - cured tobacco）两种，其中白肋烟和马里兰烟属于浅色晾烟，雪茄包叶烟和地方性晾烟属于深色晾烟，在我国将白肋烟单独作为一个烟草类型。

（一）雪茄包叶烟

制造雪茄烟需要有三种烟叶，从里到外依次为芯叶烟、束叶烟和包叶烟，

这三种烟叶各具特点：芯叶烟吃味芳香，质地较粗糙；束叶烟质地细致而有弹性；包叶烟则质地细、有弹性、油分足、燃烧性好、颜色较淡而美观。雪茄包叶烟通常采用遮荫栽培。

（二）马里兰烟

马里兰烟因原产于美国马里兰而得名。世界上马里兰烟的生产面积较小，主要集中在美国的马里兰州，我国试种马里兰烟较晚，目前湖北、安徽、云南等省引种试种成功，并有少量生产。其具有抗性强、适应性广、叶片较大较薄、填充力强、燃烧性好，焦油、烟碱含量均比烤烟和白肋烟低，中等芳香。目前，全国多数烟厂对马里兰烟尚认识不足。随着混合型卷烟的发展，马里兰烟将被深度开发和扩大利用。

（三）传统晾烟

我国的传统晾烟种植面积较小，在广西武鸣和云南永胜等地少量生产。调制时将整株烟挂在通风的地方，让其自然干燥，晾干后再进行堆捂发酵。调制后的烟叶呈黑褐色，油分足、弹性强，吸味丰满，燃烧性好，灰色洁白。

四、香料烟

又称东方型或土耳其烟。这一类型烟草的特点是株型和叶片小，芳香、吃味好，是混合型卷烟的调香配料，一般占10%。香料烟适宜种植在有机质含量低、肥力不高、土层薄的山坡砂土地上。烟叶品质以顶叶最好，自下而上分次采收。调制方法是采叶后先在棚内晾至凋萎变黄时，再进行晒制。调制后的烟叶油分充足，叶色金黄、桔黄或浅棕色，烟碱含量低，氮化物略高于烤烟，糖含量也不高，燃烧性好，气味芳香，是混合型卷烟的重要原料。我国香料烟主要集中在云南省保山、浙江省新昌、湖北省郢西和新疆伊犁等地。

五、白肋烟

白肋烟是马里兰型深色晾烟品种的一个突变种。白肋烟的茎和叶脉呈乳白色，这是与其它烟草类型的一个明显区别。白肋烟的栽培方法近似烤烟，但要求中下部叶片大而薄，适宜种植在土壤肥沃，水分和热量充足的地方，对氮素的要求较烤烟高。白肋烟可进行分次采收或整株采收，采收的烟叶或烟株挂于晾房内晾干。调制后的烟叶呈红褐色，鲜亮，糖分含量较微，烟碱和氮含量高于烤烟。其叶片较薄，弹性强，填充力高，并有良好的吸收能力，容易吸收卷烟时的加料。白肋烟叶含糖分低，烟碱高，香吃味好，结构疏松，吸料性能

好，焦油含量低，是混合型卷烟的主要原料，可占配方的 20% ~ 30%。目前，我国白肋烟在鄂西、川东和渝东种植，共计 60 多万亩。

六、黄花烟

黄花烟与上述几种类型烟草的区别在于：黄花烟是烟草属中的另一栽培种 (*nicotiana. rustica. l*)，生物学性状差异较大。一般株高 50 ~ 100cm，着叶 10 ~ 15 片，叶片较小，卵圆形或心脏形，有叶柄，花色绿黄，种子较大，生育期较短，耐寒，多被种植在高纬度、高海拔和无霜期短的地区，主要分布在西北、东北和西南边疆的高海拔地区。一般黄花烟的总烟碱、总氮及蛋白质含量均较高，而糖分含量较低，烟味浓烈。用途：可用来作水烟，莫合烟和哈膜烟；做莫合烟时茎和叶片均可使用，将茎粉碎成颗粒后，加入适量粉碎的叶片，自卷自吸，质量以茎基部和主根的品质力最好，国外也用来作抽提烟碱之用，也有用作嚼烟和鼻烟的。

第二节 我国烟草生产现状及发展方向

烟草是重要的经济作物。吸烟是亿万烟民文化生活中不可缺少的一部分，更是国家和地方财税的重要经济来源，受到有关部门的高度重视。1984 年我国成立国家烟草专卖局，统一领导、全面管理烟草行业的生产和销售业务。烟叶生产坚持“计划种植，优质适产，主攻质量，坚持改革，提高效益”方针，大力推行“区域化，良种化，规范化”科学种烟措施，使我国烟草生产有了长足发展。

目前，烟草行业面临着新的形势和挑战。随着人们生活水平的提高，吸烟影响人们的健康越来越受到关注。尽管尚有不同说法，但大多数国家都在宣传戒烟。世界上规定每年 5 月 31 日为“世界无烟日”，限制在公共场所吸烟，甚至有些国家通过法律禁烟，向烟草公司索赔吸烟造成的巨大损失。连世界上最大的烟草公司，美国菲莫烟草公司也承认吸烟造成的危害。美国、英国的烟民减少了 20% 以上，新加坡争取成为不吸烟国家。吸烟有害健康似乎已成定论。吸烟有害健康的主要物质是烟叶在燃烧过程中产生的焦油，对人的气管和肺有致癌作用。为了人们的健康生产低焦油卷烟，提高吸烟的安全性已风靡世界各国，是今后烟草行业发展的主要方向。同时在新型烟草制品开发及烟草综合利用方面拓展烟草新的应用领域。

一、生产低焦油卷烟

烤烟烟叶焦油含量高，晾晒烟叶焦油含量低。在烤烟叶中加入 30% ~ 40% 的晾晒烟叶开发混合型卷烟，是生产低焦油卷烟的有效措施之一。

国外混合型卷烟开发早，进度快，品牌多，质量好，焦油含量降到 10mg/支以下，已占全部卷烟市场的 70% 以上，超低焦油卷烟（6mg/支以下）也在发展。我国差距较大，混合卷烟开发晚，品牌少，质量差，销路不畅，尚不足市场的 15%。烤烟型卷烟仍主宰市场，焦油含量较高。20 世纪 80 年代初，中国卷烟平均焦油量达 30mg/支，2000 年，国家烟草专卖局首次对卷烟盒标焦油含量的最高限量进行明确规定，2001 年起历经 5 次调整，2013 年卷烟盒标焦油最高限量从 17mg/支调整至 11mg/支，从 2013 年 1 月 1 日以后生产的盒标焦油量高于 11mg/支的卷烟产品，将被判定为不合格产品。加入双“W”（世界贸易组织 WTO 和世界卫生组织 WHO）以后，国外低焦油混合型卷烟肯定会大量进入中国，我国卷烟市场会受到严重冲击。大力开发低焦油卷烟，提高吸烟的安全性，增强与外烟的竞争力，保住国内市场，严防财源外流，是我国烟草行业十分紧迫的任务。因此，为适应国际烟草行业新形势，我国烟草专卖局提出了“改造烤烟型，发展混合型”战略方针。一方面卷烟企业要“减害降焦”实现技术性突破，提高中式低焦油烤烟型卷烟的竞争力；另一方面要积极开发低焦油混合型卷烟，抵御国外低焦油卷烟的竞争。

二、开发新型烟草制品

近年来，世界控烟形势日益严峻，对烟草的监管立法愈加严格，国内外市场竞争压力持续增大，导致了烟草公司寻求风险更低的烟草制品，世界各国烟草行业已把新一代烟草制品的研究开发和推向市场作为解决烟草行业未来发展的重要手段。基于“相对于传统卷烟的安全性和消除了二手烟的危害”的特点，新型烟草制品的研发在一些国家和地区取得了较快发展。新型烟草制品是相对于传统的卷烟产品而言的，其类型很多，目前主要有 3 大类：低温卷烟、无烟气烟草制品、电子烟。其中，无烟气烟草制品居绝对主导地位，约占 80% 的市场份额，无烟气烟草制品主要通过口含、吸吮、咀嚼烟草的方式向消费者提供满足感，包括口含烟、鼻烟、嚼烟等；低温卷烟外观和传统卷烟类似，在 500℃ 以下只加热不燃烧烟草，但可将满足感和部分烟草香味传递给消费者，基本没有侧流烟气；电子烟是将含有烟碱的溶液雾化，通过肺部吸收，使消费者获得类似吸食传统卷烟的满足感。概括而言，新型烟草制品具有以下

一些主要特征：一是不需要燃烧，极大减少因燃烧产生的焦油和有害成分，相比传统卷烟危害性较小；二是不会产生二手烟气，不会对公共环境产生影响，在一定程度上缓解了吸烟和公共场所禁烟的矛盾；三是能在一定程度上适应和满足消费者的生理需要。

国家烟草专卖局日前成立了新型烟草制品研究院，负责承担新型烟草制品的基础性、关键性、前瞻性技术研究，着力突破专利制约和技术瓶颈，发挥技术成果应用转化的“孵化器”作用，为行业新型烟草制品高起点、超常规、跨越式发展提供有力支撑。作为国家级烟草农业研究机构，中国农业科学院烟草研究所一直致力于烟草种植资源收集、鉴定与利用，以及烟草化学、烟叶品质鉴定与安全性评价研究工作。中国农业科学院烟草研究所与上海新型烟草制品研究院、山东中烟工程中心，在前期晾晒烟普查和调研工作基础上，选择主要化学成分指标适宜的产区，通过口含烟的配方设计和实际应用，初步确定了适宜的晾晒烟种类及产地；开展了地方晾晒烟品种筛选、新型烟草烟叶原料种植和调制技术研究；通过“气相分离、液相提取”等技术研发，制作具有传统卷烟吸食品质的电子烟原料；进一步挖掘中国地方晾晒烟资源，寻找有“特殊地方风味”的地方晾晒烟烟叶，为新型烟草制品研发配套烟叶原料。

三、烟草综合利用

烟草综合利用前景广阔，在开发食品和药物资源方面的诸多潜在用途将会不断地被发现、利用。烟叶富含蛋白质，烤烟烟叶在 10% 左右，晒烟和白肋烟可高达 20%。烟草再生能力强，一年可多次收获，烟叶产量高，利用鲜烟叶提取蛋白，其亩（1 亩 $\approx$ 667 平方米。全书同）产量可超过大豆，其他作物无法相比。烟叶提取的蛋白可制作多种食品，有广泛用途。从烟叶中提取烟碱制成医药可防治人们的病患，制成农药可防治农作物害虫，其前景也是可观的。烟叶中还可以提取茄尼醇、绿原酸等多种功能成分；烟草打顶弃去的花蕾含有丰富的香精香料，经提取可作为极好的烟用香精香料；烟草种子油不饱和脂肪酸含量达 80%，亚油酸含量达 72%，并含有丰富的甾醇、角鲨烯、维生素 E 等，是非常有价值的油料资源；烟草茎秆可以制作肥料、饲料、生物质能源、合成板材等，节约大量能源；进入 21 世纪，随着合成生物学的兴起，给烟草研究带来新的发展机遇，烟草具有诸多优势，如可以利用烟草适应性广、易种植、生物量高的特点作为生物反应器，将其他作物的抗癌、抗艾滋病以及有益于人们健康的基因导入烟草，使其充分表达，然后利用生物技术予以提取，实现青蒿素、紫杉醇等重要药物的高效清洁无污染生产。如美国科学家

已成功地培养出抗体烟草,从中提取抗癌和抗病毒干扰素,对肺癌有良好的治疗作用。瑞典科学家将人体基因注入烟草植株,从收获的烟叶中提出血液蛋白质活化剂,可医治心脏病等。由此看出,烟草有益于健康的潜在用途并不比用作卷烟所起的经济作用逊色。中国农业科学院烟草研究所近几年加强了烟草有益成分及其综合利用研究,取得的主要研究结果如下:(1)烟草有益活性成分高效资源筛选。目前已完成了600多份烟草资源主要有益活性成分调研,发现烟草是含有多种天然有益活性成分的宝库。筛选了茄尼醇、绿原酸、芸香苷、西松烷二萜等活性成分的高效资源。(2)烟草种子化学成分析解及功能学、毒理学评价。研究发现烟草种子蛋白质氨基酸模式与国际FAO/WHO推荐值接近,烟草种子油亚油酸含量达76%,总不饱和脂肪酸含量达89%,可与核桃、葡萄籽、亚麻籽油媲美,植物甾醇含量高于玉米油,烟草种子油还含有丰富的角鲨烯、叶黄素等活性成分。大鼠毒理学及功能学试验研究表明,烟草种子油不仅没有毒性,还具有降血脂、降血糖、保护肝脏等作用,其效果与优质鱼油相当。(3)烟草活性成分提取、分离、鉴定。研究建立了烟草绿原酸、芸香苷、茄尼醇、烟碱的综合提取和分离技术及烟草绿原酸的纯化技术;建立了烟草西松烷二萜的提取纯化方法,从烟草花表面分泌物中分离出17个西松烷二萜化合物,首次发现2个新二萜——10,11-环氧-2,7-西柏二烯-4,7,12-三醇,新二萜均具有较好的抗肿瘤活性。该方向研究结果已申请国家发明专利8项,授权4项。(4)烟草西松烷二萜抗肿瘤、抑制植物病原真菌活性。体外试验研究表明,烟草西松烷二萜对人体肿瘤细胞生长具有抑制作用,其中,(1S,2E,4R,6E,8R,11S)-8,11-epoxy-2,6,12(20)-cembratriene-4-ol对人体肝癌细胞系HepG2抑制效果良好($IC_{50}=13.50\mu\text{mol/L}$),具有较好的研究开发前景。研究发现烟草西松烷二萜对植物病原真菌具有广谱抑制作用。在 $80\mu\text{g/ml}$ 浓度下,西松烷二萜可完全抑制苹果腐烂病菌菌丝生长,是目前发现的对苹果腐烂病菌室内抑制效果最好的植物提取物。(5)烟草茄尼醇分子遗传研究。研究发现烟草茄尼醇含量受2对等显性主基因+加性-显性多基因(E6)控制,主基因的遗传率为33.61%,多基因遗传率为30.01%。通过QTL定位,选出3个具有遗传效应的QTL位点,其表型共解释率20.8%,其中标记PT50971与21-6位点共分离。从红花大金元中获得茄尼醇生物合成关键酶基因NtSPS1和NtSPS2。基因全长分别是1209bp、1206bp。两基因在烟草叶中表达量高,茎中其次,根中最低,与茄尼醇在相关器官中的含量分布相一致。

第三节 烟草质量评价指标及常用的检测方法

烟叶是卷烟工业的基础,烟叶质量的优劣直接影响卷烟产品的质量。烟叶质量包括外观质量、化学成分、物理特性和烟气成分等诸多方面,它们分别又由相互关联的不同评价指标组成,这些指标都不同程度地直接或间接影响烤烟的质量,各项质量指标的平衡协调程度决定了烟叶的工业使用价值。

一、外观质量

烟叶外观是烟叶质量的重要表达属性,主要包括烟叶颜色、成熟度、身份、油分、色度、叶片结构等。烟叶的外观质量是内在质量的外部反映,是烟叶收购过程中分级的主要依据。一般认为优质烟叶的外观特征是:成熟度好,组织疏松,厚薄适中,颜色金黄、橘黄,油分足,光泽强,长度 50 ~ 60cm,弹性好。在与化学成分的相关性研究上,邓小华等(2008)研究表明烟碱与叶片结构、身份、成熟度、油分、色度呈极显著正相关,还原糖与成熟度、身份分别呈显著和极显著负相关。蔡宪杰等(2005)研究表明各部位烟叶还原糖与成熟度呈极显著或显著正相关,而下部烟叶烟碱和总氮分别与成熟度呈极显著和显著负相关。唐宇等(2011)研究表明,油分和颜色与烤烟的主要化学成分相关性较强,成熟度和身份与烟叶主要化学成分的相关性次之。在烟叶外观与感官质量的相关性研究方面,王欣等(2007)研究表明,烟叶感官质量与外观质量关系密切,其典型相关主要由感官质量中的香气质、香气量和杂气及外观质量中的颜色、成熟度、结构、身份、油分和色度相关决定。通常认为,叶片结构疏密适当的烟叶,香气质好,香气量足,杂气少;结构紧密的烟叶香气质差,香气量显著减少,杂气加重。魏春阳等(2010)利用灰色关联分析研究表明烤烟上、中、下三个部叶的色度、油分与评吸质量关联度最大。胡建斌等(2009)研究表明,随油分档次提高,同部位烟叶的化学成分更趋于协调,物理特性趋于优良,吸食质量提高。

目前烤烟外观质量主要通过《GB 2635—92》分级标准来衡量,通过眼看手摸能够直接感触和识别的外部特点来判断。近年来,逐步将烟叶外观描述性评价转换为量化打分的方式,对烟叶外观质量进行客观的量化表述和特征分析。

二、化学成分

烟草是一个复杂的有机体，烟草中化学成分决定了烟草的品质，从而决定烟草吃味，烟草中香味成分影响着烟叶质量特色。国内外烟草学者对烟草进行了大量研究，烟叶已被鉴定的化学成分有 2 549 种，烟气中有约 5 000 种，其中，有大约 4 000 种为烟叶燃烧产生。可见，烟草中的化合物相当丰富。烟草中的化学成分多种多样和极为复杂，可分为有机成分和无机成分。无机成分包括水和矿物质；有机成分包括烟草生物碱类，碳水化合物，含氮化合物，酚类化合物，色素，萜类化合物，挥发油、树脂、油、脂、蜡等，醇类、酯类、醛类、酮类等。

（一）水分

在烟叶的初烤、复烤过程中，水分是最重要的工艺参数，它直接影响烟叶的初加工质量；在储存过程中，水分的大小将影响烟叶的可存放时间和储存养护质量。实验证明，当烟叶含水量超过 14% 时，在储存保管中容易发生走油结块或霉变现象；若烟叶含水量低于 10% 时，则会造成储存时的生化反应慢；醇化过程延缓，也会使烟叶失去韧性，易产生较多碎片，造成损失。在制丝过程中，各阶段烟叶的水分能否合理控制将影响烟丝的质量，在卷接包过程中的水分更会直接影响烟支的物理结构及成品质量。水分不均匀，则会出现“硬段”或“软段”，造成烟支燃烧不均匀；水分太低，会产生过多的细末，使烟草的填充能力下降。产品的水分不但影响产品的储存时间，而且对卷烟产品的吸味也有重大影响，干燥的卷烟燃烧速度加快，每口的烟气量增多，使卷烟的吃味改变。因此，对烟叶初加工、卷烟生产、产品质量控制及产品储存全过程来说，水分是非常重要的参数，需要频繁检测和严密控制。

纯水的近红外谱段在 1 900nm 和 1 400nm，但烟叶中水分包含游离水和自由水，最明显水的特征吸收峰为 O—H 及伸缩振动的一级倍频 1 440nm，合频吸收在 1 900nm 左右处均有明显的吸收峰，同时在 O—H 及伸缩振动的二级倍频在 960nm，合频吸收在 1 220nm，由于光程短，短波区信号比较弱，可看到一个微小的吸收峰。烟叶中水分在近红外光谱中吸收强烈，同时这对分析其他有机成分可能起到干扰作用。

水分检测的经典方法是烘箱法：即将测试样品在设定的温度下烘烤规定的时间，根据样品的失重计算其水分。更精确的方法则需要使用 Karl Fisher 法，但这两种方法由于需要较长的时间，一般只能适用于实验室。