

YANCAO HUAXUE

烟草化学

闫克玉 编著



郑州大学出版社

烟草化学

闫克玉 编著

郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

烟草化学/闫克玉编著. —郑州:郑州大学出版社,2002.6

ISBN 7-81048-603-9

I. 烟… II. 闫… III. 烟草质量化学—高等学校—教材 IV. TS41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 029966 号

郑州大学出版社出版发行

(郑州市大学路 40 号)

邮政编码:450052)

出版人:谷振清

全国新华书店经销

河南省瑞光印务股份有限公司印刷

开本:787 mm × 1 092 mm

1/16

印张:18.375

字数:425 千字

印数:1~1 620 册

版次:2002 年 6 月第 1 版

印次:2002 年 6 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-81048-603-9/O·9 定价:36.00 元

内容提要

本书系统论述了烟草化学成分的种类、结构、性质、组成比例变化特点；烟草化学成分的合成积累与遗传、生态和栽培因素的关系；各类化学成分在烟草生长发育过程中的变化规律，在烟叶成熟、调制、陈化、加工过程中的降解和转化规律；烟草香气物质、吃味物质、生理活性物质形成和转化的化学本质；各类化学成分与烟草评吸质量的关系；各类化学成分的适宜含量范围和相互间平衡协调关系。第一章为绪论。第二章至第十一章依次论述了烟草十大类化学组分，即烟草水分、糖类、含氮化合物、烟草生物碱、烟草有机酸、酚类化合物、烟草色素、脂类化合物、醇、酯和羰基化合物、矿质元素。最后附录介绍了烟草化学常规分析的实验方法。

本书适用于从事烟草工农业生产、科研、教学的专业人员，也可作为烟草专业学生的教材和烟草生产管理部门技术人员的参考书。

前 言

烟草是一种特殊的经济作物,卷烟是一种特殊的消费品。随着科技发展和人们生活水平的提高,烟草及其烟制品的质量显得越来越重要。烟草及其烟制品的质量是一个复杂的综合性概念,包括外观质量、内在质量、物理特性、化学成分和安全性等诸多方面,各方面质量指标间的平衡协调程度决定着其使用价值,即可用性。烟草及其烟制品的质量和可用性又因时间、地域和人们消费习惯的变化而变化。因此,研究其质量和可用性要考虑多方面的因素。外观质量用分级因素来鉴定,内在质量用评吸来鉴定,这些感官鉴定经验性和技术性强,难免存在主观性和随意性。外观质量和内在质量是密切联系的,都是其物质基础——烟草化学成分在外观特征和烟气特征上的表现,这种表现具有规律性和普遍性。因此,长期以来许多烟草科技工作者不断探索,从烟草化学成分含量及其相互关系上得到评定烟草品质的客观指标。烟草化学应运而生,而且成为烟草专业领域的基础理论学科。

烟草化学是以化学的理论和方法研究烟草及其烟制品化学成分的种类、结构、性质、变化规律的学科,其主要任务是阐明烟草化学组成的基本理论和基础知识,论述各种化学成分在烟草生长、成熟、调制、陈化、加工等过程中动态变化的化学本质,为通过农业技术、生物技术、化学技术、工艺技术提高烟草及其烟制品质量提供理论基础,指导烟草工农业生产。烟草化学涉及的知识面十分广泛,它与无机化学、有机化学、分析化学、生物化学、植物生理学、烟草栽培学、烟草调制学、卷烟工艺学等都有着密切的联系。现代测试技术的飞速发展和烟草行业的巨大变革,既为烟草化学的发展提供了条件,又给烟草化学提出了新的要求。

随着科学技术的发展,烟草化学研究十分活跃,不断向深层次拓展。在此期间,作者在从事烟草专业教学和科研过程中广泛关注国内外最新研究动态,参阅国内外最新研究成果,积累了大量资料。结合本人的研究成果,经加工整理,使之形成独具特色的知识体系,编成本书。

本书共分十二章,第一章为绪论,重点介绍了烟草化学的形成和发展以及最新发展趋势。第二章到第十一章分别对烟草十大类化学组分进行了详细论述,依次是烟草水分、糖类,含氮化合物,烟草生物碱,烟草有机酸,酚类化合物,烟草色素,脂类化合物,醇、酯和羰基化合物,矿质元素。各类组分主要介绍物质种类、结构、性质、组成比例、变化特点,阐述各类组分在烟草生长发育过程中合成和积累规律,在烟叶成熟、调制、陈化、加工过程中的降解和转化规律,以及这些变化对烟草及其烟制品质量形成的影响。介绍了各类组分与烟草评吸质量的关系,各类组分的适宜含量范围和相互之间平衡协调关系。最后附录了

— 1 —

烟草化学常规分析的实验方法。

本书在编写过程中参阅了许多专家、学者的研究成果,在此谨向这些专家和学者表示衷心感谢。

烟草化学是一门新兴学科,其知识体系和内容尚在完善之中,由于作者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

闫克玉
2002年1月于郑州

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 烟草化学成分与质量的关系	(2)
第二节 烟草的化学组成	(2)
第三节 烟草化学的形成和发展	(3)
一、烟草化学的形成	(3)
二、烟草化学的发展	(4)
第四节 烟草化学的研究内容	(9)
第五节 学习烟草化学的目的及意义	(10)
第二章 烟草水分	(12)
第一节 水的结构与性质	(12)
一、水的组成和结构	(12)
二、水的重要性质	(13)
第二节 烟叶水分的存在形态	(14)
一、烟叶水分的来源	(14)
二、烟叶水分的存在形态	(14)
第三节 烟叶的吸湿性和平衡水分	(16)
一、烟叶的吸湿性	(16)
二、烟叶的平衡水分	(17)
三、烟叶吸湿性和平衡水分的影响因素	(18)
四、烟草水分的表示方法	(18)
第四节 烟叶水分对加工质量的影响	(20)
第三章 糖类	(23)
第一节 单糖	(24)
一、单糖的结构和分类	(24)
二、单糖的立体结构	(25)
三、单糖的变旋现象和环状结构	(27)
四、单糖的衍生物	(30)
五、单糖的性质	(34)
第二节 低聚糖	(39)
一、低聚糖的结构	(39)
二、一般性质	(40)

三、常见的二糖	(40)
第三节 多糖	(43)
一、淀粉	(43)
二、纤维素	(46)
三、半纤维素	(48)
四、果胶质	(49)
第四节 糖类对烟质的影响	(51)
一、糖类的积累	(51)
二、糖类在调制过程中的变化	(52)
三、糖类对烟质的影响	(54)
第四章 含氮化合物	(57)
第一节 氨基酸	(57)
一、氨基酸的结构和分类	(58)
二、氨基酸的性质	(62)
三、烟草中的氨基酸	(65)
第二节 蛋白质	(68)
一、蛋白质的结构	(69)
二、蛋白质的理化性质	(74)
三、烟草蛋白质	(79)
第三节 氨、酰胺、胺类	(84)
一、氨	(84)
二、酰胺	(85)
三、胺类	(87)
第四节 含氮杂环化合物	(89)
一、吡咯及其衍生物	(90)
二、吡啶及其衍生物	(91)
三、吡嗪及其衍生物	(92)
四、含氮稠环化合物	(94)
五、半挥发性碱性成分	(94)
第五节 其他含氮化合物	(96)
一、硝基化合物	(96)
二、胂和异胂	(97)
三、含氮农药	(99)
第六节 含氮化合物对烟质的影响	(99)
一、烟草对氮素的吸收与利用	(99)
二、含氮化合物的积累	(101)
三、含氮化合物在调制过程中的变化	(103)
四、含氮化合物对烟质的影响	(106)

第五章 烟草生物碱	(109)
第一节 生物碱概述	(109)
第二节 烟草生物碱	(112)
第三节 烟碱的结构和性质	(113)
一、烟碱的结构	(113)
二、烟碱的物理性质	(114)
三、烟碱的化学性质	(114)
第四节 烟碱的生物合成和积累	(116)
一、烟碱的生物合成	(116)
二、烟碱的化学合成	(123)
三、烟碱的积累	(125)
四、影响生物碱积累的因素	(125)
五、我国烟叶和卷烟生物碱含量及组成比例	(127)
第五节 烟碱对烟质的影响	(132)
一、烟碱的挥发和降解	(132)
二、烟碱对烟质的影响	(134)
三、吸烟的作用	(135)
四、戒烟	(137)
五、烟碱的毒性和在体内的代谢	(137)
第六章 烟草有机酸	(140)
第一节 羧酸的结构和性质	(140)
一、羧酸的结构	(140)
二、物理性质	(140)
三、化学性质	(141)
第二节 烟草中主要的有机酸	(144)
一、一元酸	(144)
二、二元酸和三元酸(包括羟基酸和羧基酸)	(145)
三、芳香酸	(145)
四、烤烟中的酸性组分	(146)
第三节 有机酸对烟质的影响	(147)
一、烟草中有机酸的积累	(147)
二、烟叶在调制和发酵过程中有机酸的变化	(149)
三、不同类型烟草有机酸含量的差异	(149)
四、有机酸对烟质的影响	(151)
第七章 酚类化合物	(153)
第一节 酚的结构和性质	(153)
一、酚的结构	(153)
二、物理性质	(153)

三、化学性质	(153)
第二节 烟草中的酚类化合物	(156)
一、苯酚和苯甲酚	(156)
二、苯二酚	(156)
三、酚酸类	(157)
四、羟基化的环己烷类	(157)
五、香豆素类	(157)
六、咖啡单宁类	(157)
七、黄酮类	(158)
第三节 酚类物质对烟质的影响	(159)
一、生物合成路线	(159)
二、酚类物质的代谢、调节和积累	(160)
三、在调制过程中的变化	(161)
四、对烟质的影响	(163)
第八章 烟草色素	(167)
第一节 叶绿素	(167)
一、叶绿素的结构	(167)
二、叶绿素的性质	(168)
三、叶绿素对烟质的影响	(169)
第二节 类胡萝卜素	(170)
一、类胡萝卜素的结构	(170)
二、类胡萝卜素的性质	(173)
三、类胡萝卜素对烟质的影响	(173)
第三节 多酚类色素	(183)
一、花青素	(183)
二、黄酮素(花黄素)	(184)
三、儿茶素	(186)
四、烟草棕色色素的形成和性质	(187)
第九章 脂质类化合物	(190)
第一节 烟草石油醚提取物	(190)
第二节 油脂和脂肪酸	(191)
一、油脂的结构	(191)
二、脂肪酸	(191)
第三节 类脂	(194)
一、单糖酯	(194)
二、蔗糖酯	(194)
三、脂肪醇和蜡	(195)
四、磷脂	(195)

五、烟草中的油脂、磷脂及其他类脂物	(197)
六、对烟质的影响	(199)
第四节 甾醇类	(200)
一、甾及甾醇的结构	(200)
二、烟草中的甾醇类	(201)
第五节 萜类化合物	(203)
一、萜的种类和结构	(203)
二、烟草中的萜类化合物	(208)
第十章 烟草中的醇类、酯类和羰基化合物	(218)
第一节 醇类化合物	(218)
第二节 酯类和内酯化合物	(220)
第三节 羰基化合物	(223)
第十一章 矿质元素	(231)
第一节 烟草的元素组成	(231)
第二节 矿质元素的吸收	(231)
第三节 主要元素的生理作用	(232)
一、大量元素	(232)
二、微量元素	(235)
第四节 我国烤烟元素组成状况	(237)
一、大量元素含量	(237)
二、中量元素含量	(238)
三、微量元素含量	(239)
四、其他元素	(241)
第五节 烟草灰分	(242)
一、烟草灰分的概念	(242)
二、烟草灰分与烟草类型的关系	(243)
三、烟草灰分与烟叶部位等的关系	(243)
第六节 烟草燃烧性	(245)
一、烟草燃烧性	(245)
二、影响因素	(245)
附录:烟草分析实验	(248)
实验一 烟草样品的采集和制备	(248)
一、正确采样的意义	(248)
二、采样的一般方法	(248)
三、分析样品的制备	(248)
四、分析样品的保存	(249)
实验二 样品水分的测定	(249)
一、测定原理	(249)

二、测定方法	(249)
三、计算方法	(250)
四、仪器	(250)
实验三 烟叶中水溶性总糖的测定	(250)
一、分析原理	(250)
二、仪器及试剂	(251)
三、操作方法	(252)
四、结果计算	(253)
实验四 烟叶中还原糖与非还原糖的测定	(254)
一、还原糖的测定	(254)
二、非还原糖测定	(254)
实验五 烟草中总氮的测定	(258)
一、测定原理	(258)
二、试剂及仪器	(258)
三、分析方法	(258)
四、结果计算	(259)
实验六 烟叶蛋白质的测定	(259)
一、测定意义及目的	(259)
二、测定原理	(259)
三、试剂	(260)
四、测定方法	(260)
五、结果计算	(260)
实验七 烟草中总烟碱的测定	(260)
一、测定目的及意义	(260)
二、测定原理	(261)
三、试剂及仪器	(261)
四、测定方法	(261)
实验八 紫外分光光度法测定烟碱	(262)
一、测定原理	(262)
二、试剂及仪器	(262)
三、测定方法	(262)
四、结果计算	(262)
实验九 烟草中总灰分的测定	(263)
一、测定原理	(263)
二、试剂及仪器	(263)
三、测定方法	(263)
四、结果计算	(263)
实验十 烟草中氯含量的测定	(264)

一、烟草中氮含量的快速测定法	(264)
二、莫尔法测定	(265)
实验十一 烟草中钾离子的测定	(265)
一、四苯硼钠重量法	(266)
二、火焰光度法	(267)
实验十二 烟草挥发碱的测定	(268)
一、测定原理	(268)
二、试剂	(268)
三、测定步骤	(268)
四、结果计算	(269)
五、说明	(269)
实验十三 烟草水浸液酸度的测定	(269)
一、基本原理	(269)
二、试剂	(270)
三、测定方法	(270)
四、结果计算	(270)
五、说明	(270)
实验十四 总挥发性有机酸的测定	(271)
一、基本原理	(271)
二、试剂和仪器	(271)
三、测定步骤	(271)
四、结果计算	(271)
实验十五 非挥发性有机酸的测定	(272)
一、基本原理	(272)
二、试剂	(272)
三、测定步骤	(272)
四、结果计算	(273)
五、说明	(273)
实验十六 烟草中酚类物质的测定	(273)
一、基本原理	(273)
二、试剂	(273)
三、测定步骤	(274)
四、结果计算	(274)
实验十七 类胡萝卜素的测定	(274)
一、基本原理	(274)
二、仪器和试剂	(274)
三、测定步骤	(275)
四、结果计算	(275)

五、说明	(275)
实验十八 烟叶石油醚提取物(粗脂肪)的测定	(276)
一、油重法	(276)
二、残余法	(277)
实验十九 烟叶中挥发油的测定	(278)
一、原理	(278)
二、仪器	(278)
三、操作步骤	(278)
主要参考文献	(279)

第一章 绪 论

烟草是一种重要的经济作物,它是消费品和税收的重要来源。20世纪以前,全世界生产烟叶不足1亿千克,卷烟10亿支;1940年生产烟叶2.93亿千克,卷烟4900亿支;目前估计全世界烟叶总产量约为61.5亿千克,卷烟约为5万亿支。20世纪80年代以来,卷烟消费增长的势头有所减缓,其原因在于价格上涨、税收增加,人们对吸烟危害健康的认识提高以及世界性的经济衰退等。其中,工业发达国家近几年来卷烟生产量持平或有所减少,但消费量下降;发展中国家卷烟生产量和消费量大都有所增加。我国烟草种植的总面积、总产量以及卷烟生产量均居世界首位,占世界卷烟总量的比例较大,有着举足轻重的影响。但人均消费量与发达国家相比还是少的,甚至只是发达国家的一半。

烟草生产是自然再生产过程和经济再生产过程结合起来的物质生产。自然条件、社会需求和社会经济技术条件是制约烟草生产的重要因素。可能性与必要性结合决定了烟草生产及其规模的大小。

多年来,人们对烟草的质量状况十分关注,提高烟草及其制品质量的意识不断增强,各种新的技术措施不断涌现。为了获得理想的经济效果,必须严格遵循自然规律和经济规律发展烟草生产,提高烟草及其制品的质量。

烟草的化学成分是决定烟草品质的内在因素。品质因素在很大程度上决定着烟草的经济价值。烟草的化学成分与烟草的类型、品种、栽培、调制、加工有相当密切的关系。烟草从栽培到制成供人们消费的烟制品,经历了一系列的变化过程,在这些过程中,对于烟草吸食品质起主导作用的化学成分质和量的变化,直接影响烟制品的质量。

不同的生长环境和田间管理技术导致烟叶内干物质的质和量的差异;采收后的烟叶经过调制和以后的贮存、陈化等加工,使烟叶中的化学成分发生变化;不同的叶组配方和加工工艺直接决定烟制品的质量;燃吸卷烟时,卷烟燃烧的本质也是复杂的化学反应过程。

为了阐明上述各种过程中所发生的化学反应的实质,就必须用科学的方法揭示烟草及其制品的化学组成、结构、性质及其相关的化学变化规律,于是从化学角度研究烟草的新学科——烟草化学应运而生,并不断形成和发展。

研究烟草化学的目的就在于运用现代科学理论和测试技术阐明烟草生长、调制、加工等过程以及烟草使用的化学本质,系统地总结和推广先进生产经验和科研成果,指导烟草的工农业生产,使科学技术转化为生产力,提高卷烟生产的经济效益,改进烟草吸食品质,满足不断变化的消费需求,提高吸烟的安全性。无数事实已经证明,烟草化学已经成为指导烟草工农业生产的重要理论学科,对于烟草行业的发展和减少对消费者健康的危害已经发挥并将继续发挥重要作用。

第一节 烟草化学成分与质量的关系

烟草作为特殊的经济作物有其本身的质量要求,烟草制品作为特殊的消费品也有其本身的质量要求,烟叶质量是烟草制品质量的基础。传统的质量概念包括色、香、味三个方面,即色泽美观,香气浓郁,吃味醇和,无杂气和刺激性。然而,随着“吸烟与健康”问题的提出,对烟叶及其制品质量的要求和过去有较大的不同,不仅注重色、香、味,而且更加注重其安全性。烟草制品要求浓郁的香气,饱满的吃味,适当的劲头,焦油量和烟碱含量低。对烤烟原料来说,要求高浓度、高香味、高烟碱、低焦油的烟叶。这就要求生产的烟叶必须成熟,有协调的化学成分和有利的物理性能。

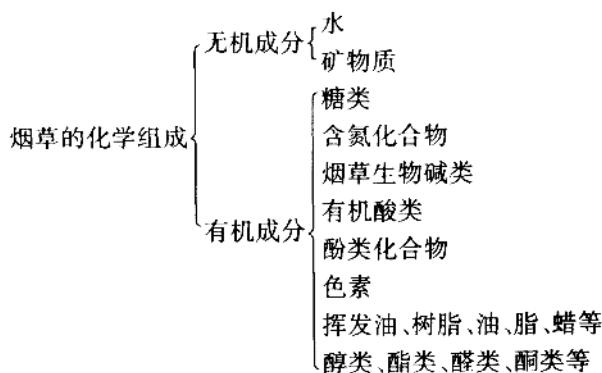
烟草及其制品的质量是由许多因素形成的,而且因时、因地、因人而变化。概括起来,包括五个方面。①外观质量,指人们的感官直接感触和识别的烟叶外观因素,如烟叶大小、形状、颜色、光泽、成熟度、组织结构、油分等。②内在质量,靠人们的口腔、鼻腔、喉部等感官感觉鉴别,如烟叶和烟制品的香气、吃味、刺激性、杂气、生理强度等。外观质量与内在质量有密切的关系:外观质量好者,其内在质量好;外观质量差者,其内在质量也较差。外观质量在很大程度上反映了其内在质量的特点和好坏。③物理特性,烟叶物理特性是衡量烟叶质量的又一个方面,如吸湿性、燃烧性、弹性、填充性、单位面积重量等,在不同程度上反映了烟叶的内在质量及其工艺价值。④化学成分,化学成分是决定烟叶及其制品质量的内在因素。⑤安全性,烟叶及其制品的安全性也是质量中一项重要的不可缺少的内容,是当前人们极为关注的问题。各种烟制品是供人们吸用的,其安全性直接关系到广大消费者的身体健康。外观质量、内在质量、物理特性和安全性都与化学成分有着密切的关系。然而,化学成分与烟叶质量的关系是一个复杂的问题,几十年来,国内外烟草工作者对各类型的烟草进行了大量的化学研究,已弄清楚烟叶和烟气的化学成分有5 000多种,对某些化学成分与内在质量的关系也已基本搞清,但是还有一些尚未知道的成分,用化学成分表示烟叶质量的全貌,还没有得出定论。烟叶化学成分与烟草的类型、栽培、调制和加工有密切的关系,烟气化学成分与烟支的加工工艺和燃吸状态有密切的关系,因此,烟叶和烟气化学成分的进一步深入研究,对于阐明烟叶质量的全貌、指导烟草栽培、指导烟草工业生产、提高烟叶及其制品的质量都具有重要意义。

第二节 烟草的化学组成

烟草在生长发育过程中,不断地从土壤里和空气中吸收水分、养分和二氧化碳,通过植株内部的生理生化作用,形成了许多复杂的化学物质。由于烟草利用的主要是叶片,而且叶片必须经过适当调制才具有使用价值和商品价值,所以人们主要研究调制后的烟叶的化学成分。

烟叶中的化学成分虽然是多种多样和极为复杂的,但是根据化学元素的组成,可以概

括地分为三大类:第一类是含有碳、氢、氧三种元素的化合物;第二类是除含有碳、氢、氧外,还含有氮元素的化合物;第三类是矿物质。然而,每一大类化合物中由于结构和性质以及对烟质的影响差异较大,为了研究的方便,可进一步分类,表示如下:



第三节 烟草化学的形成和发展

一、烟草化学的形成

烟草化学是运用化学的理论和方法对烟草和烟气的化学组成、理化特性、变化机制、不同成分对烟质的影响等进行研究的一门新兴的学科。它的形成可以追溯到 20 世纪初,当时即对烟草的化学组成和大类的划分有了基本的了解。到了 20 世纪 30 年代,许多科研工作者企图从烟草化学成分含量及其相互之间的关系得出能够评定烟质的客观指标。这些努力取得了一定的进展,例如从水溶性糖类、含氮化合物和生物碱类的含量比例测定其与烟质之间的相关性,就是这种努力的结果。

1936 年布鲁克纳(H. Bruckner)根据烟草中各种成分对烟质的影响,将它们分为四类。

第一,与烟气强度有关的成分,如含氮化合物,包括总氮量、蛋白质和烟碱等。

第二,影响香气的成分,如单宁(多酚)和树脂等。

第三,影响烟气醇和性和芳香性的成分,如糖分、淀粉、草酸等。

第四,与刺激性有关的成分,如细胞壁物质(果胶、聚戊糖、纤维素和本质素)、灰分(总灰分、钾和硝酸盐)、柠檬酸等。

此外,他还认为烟叶的 pH 值表示碱性含氮物的强度和碱性矿物质的刺激性,间接影响到香气,列入不良因素之一,布鲁克纳应用上述概念,提出计算烟草品质指数的方程式:

$$\text{布鲁克纳品质指数} = \frac{\text{提高品质的成分}}{\text{减低品质的成分}} \times 400$$

$$= \frac{\text{糖分} + \text{淀粉} + \text{草酸} + \text{单宁} + \text{树脂}}{\text{细胞壁物质} + \text{灰分} + \text{柠檬酸} + \text{含氮化合物} + \text{pH 值}} \times 400$$