

广东浓香型特色烟叶

关键生产技术理论与应用

Guangdong Nongxiangxing Tese Yanye
Guanjian Shengchan Jishu Lilun Yu Yingyong

李旭华 何传国 陈建军 著
文 俊 李茂军 王 维

华南理工大学出版社

S572

2

贈閱

广东浓香型特色烟叶

关键生产技术理论与应用

Guangdong Nongxiangxing Tese Yanye
Guanjian Shengchan Jishu Lilun Yu Yingyong

李旭华 何传国 陈建军 著
文俊 李茂军 王维



C2011100683

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

广东浓香型特色烟叶关键生产技术理论与应用/李旭华等著. —广州: 华南理工大学出版社, 2011.2

ISBN 978-7-5623-3405-7

I. ①广… II. ①李… III. ①烟草-栽培-研究-广东省 IV. ①S572

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 017485 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn <http://www.scutpress.com.cn>

策划编辑: 乔丽

责任编辑: 王建洲

印刷者: 惠州市海天印刷有限公司

开本: 787 mm × 960 mm 1/16 印张: 13.25 字数: 290 千

版次: 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1~600 册

定价: 35.00 元

版权所有 盗版必究

著作撰写委员会

(以姓氏笔画为序)

文俊	王维	王晓剑	邓世媛	叶为民
卢少薇	吕永华	李旭华	李茂军	李福君
李德伦	肖少明	邵兰军	何传国	陈建军
罗贵华	罗静	贺广生	钟俊周	郭鸿雁

本专著得到广东中烟工业有限责任公司科技计划项目“优质浓香型特色烟叶的关键生产技术与推广应用（合同号：粤烟工 05XM-QK2008003）”资助

前 言

2003年11月,中国成为《烟草控制框架公约》的第77个签约国,该公约中的第9条烟草制品成分管制和第10条烟草制品披露的规定等对烟叶原料质量提出了高要求。随着中国开始履行《烟草控制框架公约》,增香减害成为烟叶原料生产和烟草科学研究关注的新焦点,从而使浓香型特色烟叶的研究开发显得尤为迫切和必要。在广东中烟工业有限责任公司科技计划项目基金资助下,从2008年开始,广东中烟工业有限责任公司、广东烟草韶关市有限公司与华南农业大学烟草研究室等单位共同合作,针对广东浓香型优质烟叶质量特征及生产实践,系统地开展了优质浓香型特色烟叶关键性生产技术及其理论基础研究,评价该基地特色烟叶生态环境,探索精准施肥模式,创新烟叶烘烤工艺等。在此基础上,集成创新和示范推广优质浓香型特色烟叶“精量轻简”生产技术和合理的生产组织形式,在近几年的推广应用取得了良好的社会、经济效益。

本著作以彰显浓香型特色烟叶质量为核心,对浓香型烟叶概念进行了新的诠释,丰富了烟叶质量的内涵;同时深入分析了浓香型烟叶质量特征及其形成的生态条件。由于氮肥及其施用技术、水分供应、密集烘烤技术是影响浓香型烟叶质量形成的重要因素,因此著作紧紧抓住这几个关键因子进行了系统的研究和探讨,分

析了这些因子对烟叶品质形成的作用机理及其可控途径或调控技术,取得了很多有益的、新的研究结果和结论,对烟叶生产具有指导作用。为落实先进的烟叶生产技术,著作也对烤烟生产组织方式——烤烟专业合作社运行机制与模式进行了探讨,提出了发展烤烟专业合作社的对策和可行路径,为发展现代烟草农业提供了可以借鉴的模式。希望本书的出版不仅在理论上丰富人们对优质浓香型烟叶质量特征形成过程及生产组织管理等方面的认识,而且能为广东乃至全国优质特色烟叶的生产技术水平的提高起到积极的指导和推动作用。

本书最重要的特点是内容新颖、系统,全面系统地反映了著者在广东浓香型烟叶关键生产技术理论与应用等方面取得的主要研究成果,理论与实践相结合,内容丰富,可作为烟草教育、科研、生产部门人员的参考用书。

在项目实施和研究成果成书过程中,广东中烟工业有限责任公司、广东省烟草专卖局(公司)、广东烟草韶关市有限公司、华南农业大学等单位领导以及有关同志给予了大力支持和协作,这些都是完成项目研究任务的重要保证,也才有了本书的出版。在本书撰写过程中,参阅了大量国内外文献,在此一并向上述单位、有关人员致以最诚挚的谢意。

由于水平所限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者和烟草界同行批评指正,以帮助我们今后的科研工作做得更好。

著 者

2011年1月于广州

目 录

第 1 章 浓香型烤烟烟叶质量特征及其形成生态条件	(1)
1.1 特色烟叶品质及其形成生态环境的研究进展	(1)
1.1.1 特色烟叶的定义及其发展	(1)
1.1.2 气候对烤烟品质的影响	(2)
1.1.3 土壤对烤烟品质的影响	(4)
1.2 试验设计与方法	(7)
1.3 研究结果与分析	(9)
1.3.1 浓香型烟叶质量特征	(9)
1.3.2 始兴烟区烤烟质量状况分析	(12)
1.3.3 始兴烟区气候条件评价	(14)
1.3.4 烟区土壤因素综合评价	(20)
1.3.5 烤烟化学成分和生态因素的关系分析	(23)
1.4 研究结论与总结	(25)
1.4.1 关于浓香型特色烟叶形成的土壤条件探讨	(25)
1.4.2 从气候条件探讨始兴烟区形成浓香型特色烟叶的适宜生育期	(26)
1.4.3 浓香型特色烟叶质量特征探讨	(28)
参考文献	(28)
第 2 章 基于 SPAD 仪的烤烟实时实地施氮技术与氮肥管理模式	(32)
2.1 应用 SPAD 仪指导作物施肥的研究进展	(32)
2.1.1 SPAD 仪监测作物氮素的原理及其可行性	(32)
2.1.2 应用 SPAD 仪诊断作物氮素营养的机制	(33)
2.1.3 影响 SPAD 仪读数的主要因素	(35)
2.1.4 实时、实地氮肥管理研究	(37)
2.2 研究材料与方法	(39)
2.2.1 试验材料与土壤背景	(39)
2.2.2 试验设计	(39)
2.3 结果与分析	(40)
2.3.1 SPAD 仪诊断烤烟氮素的叶位选择	(40)
2.3.2 施氮水平对烤烟产质量的影响及其适宜 SPAD 值预设范围的 确定	(49)

2.3.3 基于 SPAD 仪的烤烟 RTNM 模式研究	(51)
2.4 研究结论与总结	(66)
2.4.1 基于 SPAD 仪的烤烟氮素营养实时诊断最佳叶位和叶片部位的选择	(66)
2.4.2 RTNM 模式对烤烟氮肥用量和氮肥利用效率的影响	(66)
2.4.3 RTNM 模式对烤烟碳氮代谢的影响	(67)
2.4.4 RTNM 模式对烤烟生长和产质量的影响	(68)
2.4.5 烤烟 RTNM 模式最适 SPAD 阈值的筛选	(69)
参考文献	(70)
第 3 章 土壤干旱对高氮营养下烤烟品质形成的影响	(75)
3.1 施氮及土壤水分对烤烟生理代谢的影响研究进展	(75)
3.1.1 施肥过量在烟草生产上的不良影响	(76)
3.1.2 土壤水分对成熟期烤烟生理代谢的影响	(77)
3.1.3 土壤干旱下氮肥水平对植株的影响	(79)
3.2 研究材料与方法	(80)
3.2.1 试验材料与土壤背景	(80)
3.2.2 试验设置和方法	(80)
3.3 研究结果与分析	(81)
3.3.1 土壤干旱对高氮营养下烤烟农艺性状的影响	(81)
3.3.2 土壤干旱对高氮营养下烤烟叶片光合特性的影响	(82)
3.3.3 土壤干旱对高氮营养下烤烟叶片含氮化合物及其相关酶的影响	(85)
3.3.4 土壤干旱对高氮营养下烤烟碳水化合物及其相关酶的影响	(92)
3.3.5 土壤干旱对高氮营养下烤烟叶片钾含量的影响	(102)
3.4 研究结论与总结	(104)
3.4.1 土壤干旱对成熟期烤烟农艺性状的影响	(104)
3.4.2 土壤干旱对成熟期烤烟光合特性的影响	(105)
3.4.3 土壤干旱对成熟期烤烟碳代谢的影响	(106)
3.4.4 土壤干旱对成熟期烤烟氮代谢的影响	(106)
3.4.5 土壤干旱对成熟期烤烟钾含量的影响	(107)
3.4.6 不同施氮水平下烤烟品种对干旱胁迫反应的差异	(108)
参考文献	(109)
第 4 章 减氮供应对浓香型烤烟烘烤特性的影响	(112)
4.1 供氮水平对烤烟烘烤特性的影响研究进展	(112)
4.1.1 烤烟烘烤特性的研究现状	(112)
4.1.2 供氮水平对烟叶质量的影响	(114)

4.1.3 烤烟烘烤过程中生理生化研究现状	(115)
4.1.4 烤烟田间成熟度的研究	(116)
4.1.5 密集烘烤及相关设备的研究	(117)
4.2 研究材料与方法	(118)
4.2.1 试验材料与土壤背景	(118)
4.2.2 试验设置和方法	(118)
4.3 研究结果与分析	(119)
4.3.1 供氮水平对烟叶田间成熟度的影响	(119)
4.3.2 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶含水量的影响	(120)
4.3.3 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶色素含量变化的影响	(122)
4.3.4 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶多酚氧化酶活性的影响	(127)
4.3.5 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶淀粉酶活性的影响	(128)
4.3.6 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶硝酸还原酶活性的影响	(129)
4.3.7 密集烘烤条件下供氮水平对烟叶化学成分变化的影响	(130)
4.4 研究结论与总结	(133)
4.4.1 施氮水平对烤烟成熟度及烟叶结构的影响	(133)
4.4.2 施氮水平对烤烟烘烤过程生理特性的影响	(134)
参考文献	(136)
第5章 密集烘烤条件下浓香型烤烟控制烘烤理论与技术	(140)
5.1 烤烟烘烤理论与技术研究进展	(140)
5.2 研究材料与方法	(142)
5.2.1 试验材料	(142)
5.2.2 试验处理和方法	(143)
5.3 研究结果与分析	(143)
5.3.1 不同烤房烘烤腰叶过程中烤房内相对湿度及烟叶变化	(143)
5.3.2 不同烤房烘烤过程中烟叶生理特性的变化	(145)
5.3.3 不同烤房对烤烟烘烤期间烟叶生化特性的影响	(152)
5.3.4 不同烤房烘烤期间烤房相对湿度与烟叶理化特性的相关分析	(157)
5.3.5 不同烤房烘烤期间烟叶含水率与烟叶理化特性的相关分析	(158)
5.3.6 不同烤房对烤烟烘烤期间烟叶化学成分的影响	(159)
5.3.7 不同烤房烘烤对烤后烟叶品质的影响	(165)
5.4 研究结论与总结	(167)
5.4.1 控湿烤房烘烤对烤房内相对湿度的影响	(167)
5.4.2 控湿烤房烘烤对烟叶变化和烟叶水分干燥过程的影响	(168)
5.4.3 控湿烤房烘烤对烟叶碳氮代谢的影响	(168)

5.4.4 控湿烤房烘烤对烤后烟叶品质的影响	(170)
5.4.5 控湿烤房的可行性	(170)
参考文献	(171)
第6章 烤烟生产专业合作社组织运行机制与模式优化	
——始兴县坳坪村烟农专业合作社的实证研究	(174)
6.1 烤烟生产专业化合作是现代烟草农业发展的基本内容	(174)
6.2 烟叶产业化经营模式的比较分析与发展对策	(174)
6.2.1 当前我国烟叶产业化的几种主要经营模式	(174)
6.2.2 烟叶产业化的几种主要经营模式的比较分析	(177)
6.2.3 产业化经营模式存在的问题与发展对策	(178)
6.3 始兴县坳坪村烟农专业合作社的实证研究	(180)
6.3.1 坳坪村烟农专业合作社的发展现状	(180)
6.3.2 坳坪村烟农专业合作社存在的问题分析	(182)
6.3.3 坳坪村烟农专业合作社组织优化建议	(183)
6.4 总结	(196)
参考文献	(197)
缩略词	(199)

第 1 章 浓香型烤烟烟叶质量特征 及其形成生态条件

1.1 特色烟叶品质及其形成生态环境的研究进展

1.1.1 特色烟叶的定义及其发展

国外大多数国家根据卷烟工业需要,将烟叶类型划分为“主料型”和“填充料型”两大类。我国在 20 世纪 60 年代根据烟叶香气类型划分为清香型、中间香型和浓香型三类。刘好宝等(1995)根据当时我国烤烟生产实际和国内外市场要求,将优质烟叶划分为混合型香吃味料烟叶、烤烟型香味料烟叶、优质填充料烟叶三大类型,并提出了相应的质量指标。史宏志等(1998)则将烟叶香气类型划分为清香型、浓香型、中间香型及过渡类型等。按照市场需要提高烟叶质量,充分利用生态条件的优势,发挥现代的或发掘传统的有效生产技术的潜力,按照中式卷烟的发展方向,围绕卷烟工业对原料的需要,开发“名、优、特”烟叶,在各烟叶产区已成为研究的热点和烟草行业关注的焦点(张虹等,2001)。

所谓特色烟叶,是指在品质特征上有不同于其他烟叶特点的烟叶,这些特点能为工业所接受,并且能在卷烟配方中得以利用。特色烟叶具有特殊性、稳定性、可用性、规模性四个特征(唐远驹,2004)。

①特殊性是在特定的生态条件和一定的栽培技术下产生并在卷烟工业的使用中所形成的。特定的生态条件,是特色烟叶形成的生态基础;与生态条件相匹配的品种和栽培技术是形成特色烟叶的条件;卷烟工业对烟叶的使用,是特色烟叶形成的过程。烟叶的特色是在烟叶生产中产生并在卷烟工业的使用中逐渐形成的。在这个过程中,工业不断对烟叶在质和量上作出选择,农业则按工业要求进行调整,直至作为必要的原料进入配方才可以说特色已经形成。明确这个过程,对开发特色烟叶有重要的意义。特色烟叶不仅是优质烟叶,其品质特征还必须不同于其他烟叶的特点。特色烟叶可以存在一些不足,只要它的特点能为工业所接受,并且能在卷烟配方中得以利用,而它的缺陷通过卷烟配方和加工过程,可以得到很好的解决。特色烟叶必须具备不同于其他烟区烟叶的特点。这些特点包括烟叶内在品质、化学成分、物理特性、安全性等方面。它可以是一个方面或多个方面的特征,也可以是一个方面或多个方面内某一项或多项内容的特征。这

些特征不同于其他的烟叶，而且对烟叶品质有利。

②稳定性指特色烟叶的特色必须相对稳定：一是时间上的连续性。特色烟叶在不同的年份都应当具有这些特色。二是烟叶指标范围的稳定性。特色烟叶的化学成分、物理特征和内在品质，都应有一个范围值，且这个范围值相对稳定。

③可用性指特色烟叶的特色必须为卷烟工业所接受，并且在卷烟配方中得以利用。为卷烟工业所利用的特色，往往在产品风格的形成中具有较为重要的作用。否则，烟叶的特色就没有任何意义。卷烟工业的认可和利用，是能否成为特色烟叶的关键。

④规模性指特色烟叶必须具有一定的规模。只有形成一定规模，该特色才能在卷烟产品中得到稳定的利用，产生经济效益。

我国对不同香气类型优质烟叶质量特征的研究报道很少，并且区分不同香气类型主要依靠感官分析，停留在定性分析上。国内外对于优质烟叶形成的生态条件研究虽然较多，但由于地区差异，各研究结果不一致，甚至相反。秦松等（2006）对不同香气风格类型的烟叶质量特征进行了研究，结果表明，不同香型烟叶的常规化学成分、矿质成分与化学品质指标和吸食品质差异较大。

广东烟区可划分为三大烟叶生态烟区。其中，南雄、始兴、五华生态烟区的烟叶香型为典型的浓香型到浓偏中香型，烟叶的感官质量最好，烟叶中钾的含量较高，是广东优质烟叶产区（罗战勇等，2004）。

1.1.2 气候对烤烟品质的影响

从烟草发育特性看，充足的阳光才能使烟株生长旺盛、叶厚茎粗、繁殖力强。在大田期，充足而不烈的日光对烟叶品质形成有利，特别是成熟期。肖金香等（2003）指出，日光不足，光合作用受阻，细胞分裂慢，机体组织发育差，植株生长缓慢，成熟延迟，植株细软纤弱，叶肉变薄，易受病虫害危害；干物质少，单位叶面积质量轻，蛋白质和全氮含量增加，香气不浓，油分少，品质下降。但在强烈的日光照射下，烟草叶片的栅栏组织和海绵组织加厚，机体组织发达，叶片厚而粗糙，叶脉凸出，易形成“粗筋暴叶”，烟碱含量过高，刺激性增强，吃味辛辣，烟叶品质受到严重影响。过分强烈的日光还会引起日灼病，使叶尖、叶缘和叶脉产生褐色的枯死斑，这对烟草本身也是不利的。光照不仅对作物的营养生长有较大的影响，而且强烈影响作物的生殖生长（Koblet, 1996; Keller, 1997）。

光照对烟草的影响不仅在于光照的强弱，还在于日照时间的长短。杨志清（1998）认为，烤烟生长最合适的光照条件是：全年日照百分率大于50%，日照时间大于2000 h；大田生长期日照百分率40%左右，日照时间大于500 h。王彪等（2005）的研究表明，水溶性总糖与旺长期和成熟期的日照时间的关联度最高。谢敬明等（2006）的研究表明，烟叶的总糖含量受成熟期的日照时间影响，施木克值和钾的含量受烟叶旺长到成熟期的日照时间影响较大。温永琴等（2002）的研究表明，大田期平均光照强度是影响

云南烤烟多酚类物质积累的主要气候要素。谢远玉等(2005)的研究也表明,伸根期到采收初期的日照条件是提高赣南烤烟品质的重要因素。

光质与光照强度同样也影响烤烟品质。黄毓华等(1995)研究发现,低纬高原烟区由于空气稀薄,透明度好,光照度强,光质优。短波光比例高的光质及较强光照度有利于提高烟草的光合率,株高与叶片大小适中,利于成熟期干物质制造与积累及有机物合成、转化。此外,高原紫外光还有杀菌、抑制病虫害的作用。张家智(2005)对云南的气候条件进行分析,指出烤烟在半漫射光下品质最好,3/4漫射次之,全部直射最劣。

烟草既是喜光植物,又是喜温植物。烟草生长的最适温度为28℃左右,而可以生长的温度范围较大,地上部为8~38℃,地下部为7~43℃。低于17℃时烟叶不能正常成熟(杜咏梅等,2000)。烤烟的生育前期如果日平均气温低于13~18℃,将抑制生长促进发育,导致“早花”。许多品种遇低温,特别是夜间低温,会加速花芽分化(Eideout et al, 1992)。Wolfe(1991)和 Haldimann et al(1996)就认为有些植株在早期生长的关键时期,短期气温骤降和低温期的延长往往导致低温光抑制,且在以后的生长期亦难以弥补,造成产量和质量的下降。

对烟草生产来说,如果栽培季节经常处于上述最适温度条件时,烟草虽然生长迅速,形成庞大的营养体,但品质往往不佳(李琦,1997)。从烤烟的品质出发,烟株对气温条件的要求以前期比较低、中期较高、成熟期不太高为适宜。一般来讲,还苗期与伸根期气温在18~28℃之间,旺长期气温在20~28℃之间,成熟期气温在20~25℃之间(龙怀玉等,2003)。要获得品质良好的烟叶,较理想的日平均温度是20~24℃并需持续30 d以上。对于生产优质烟来说,持续时间长些更为有利。

在烤烟成熟期,气温高于35℃,特别是高于38℃时,烟叶的烟碱含量将明显升高,烟叶的经济价值将大大降低(任茂军,2003)。韦成才等(2004)的研究表明,陕西烤烟质量及烟叶香气得分与大田期和成熟期的平均气温及日平均气温 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 的持续时间关系最为密切。谢远玉等(2005)的研究发现,伸根期到采收初期的平均气温和最低气温与烤烟产量和上等烟率均具有显著或极显著的相关性。对云南代表性烟区的气候因子与烟叶化学成分及香吃味间的典型相关分析结果表明,与化学成分达到显著相关的气候因子为5—8月的气温。其中,5、8月气温为化学成分的促进因子,而6、7月气温为限制因子。在化学成分因子中,烟碱和还原糖对气候条件反应最为显著(李天福等,2006)。

烟草为了能够正常完成其生命周期,需要一定的积温。有效积温是影响烤烟叶片发生、生长、成熟过程的主导因子。Sebanek(1992)认为,烟草生育期的总积温为3200~3600℃。我国烟草种植区划研究表明,在温度高于10℃、活动积温低于2600℃的地区不适宜种植烤烟。

烟草大田期的昼夜温差与烟叶品质也有一定的关系。有人认为,昼夜温差大,对生产优质烟叶比较有利。也有人认为,对烟叶品质关系影响最大的成熟期,以昼夜温差小

些为好。谢晏芬等(2006)认为,气温日差较大是云南盛产优质烤烟、表现清香风格的一个关键因素。气温日差较大的云南烟区,有机物质消耗少,干物质积累多,烟叶内含物质协调,从而表现出清香的特点(张家智,2005)。烟草的叶片既是有机物质的制造器官,也是贮藏器官,成熟期昼夜温差较小,同化产物向其他器官的运转缓慢,叶内积累较多的有机养料,可能有利于提高烟叶品质。

烟草的需水量很大,每生产1g干物质,蒸腾耗水达500g以上,这充分说明水分是烟草生长的关键限制因子之一。高阳华等(2002)指出,如果降水过多,则根系发育差,叶片徒长纤弱,易枯黄,且易染病害。后期降雨过多,则细胞间隙加大,组织疏松,烟叶有机物质积累减少,叶片成熟落黄慢,烘烤后叶片薄,颜色淡,弹性缺乏,香气不足(刘国顺,2003)。如果降水少,土壤干旱,则烟株长势差,产量低,所产烟叶小而厚,组织粗糙,质量下降。而成熟期轻度干旱时,烟叶中大部分香气物质含量较高,有利于烟叶香气物质的形成和转化(韩锦峰等,1994)。由此可见,降水过多或过少对于优质烟的生产都是不利的。

戴冕(2000)的研究表明,降雨量与烟叶烟碱的积累呈极显著正相关。温永琴等(2002)指出,烟叶石油醚提取物含量与大田期5—8月平均降水量具有显著的负相关关系,因此大田期阴雨过多,会使烟叶香气明显下降。王彪等(2005)认为,与旺长期的降雨量也有较高相关度的是还原糖、总植物碱、总氮的含量。陕南烟碱含量与大田期5—8月平均降水量呈负相关,与7月平均相对湿度亦呈负相关,7月平均相对湿度每增加10%,烟碱含量下降1.2%。蛋白质含量与烤烟成熟期7—8月平均相对湿度呈正相关。内在质量总得分与大田期5—8月平均降水量呈明显的负相关(韦成才等,2004)。

降水对烟草的影响不仅取决于生育期降水量,更取决于降水量的分布。烟草的需水规律是“前期少、中间多、后期适量少”(胡荣海,2007)。优质烟叶生产对降雨的要求是:还苗期与伸根期降雨量80~100mm,旺长期降雨量100~200mm,成熟期降雨量80~120mm(龙怀玉等,2003)。

1.1.3 土壤对烤烟品质的影响

土壤pH值是土壤的重要属性之一。普遍认为pH值在4.5~8.5范围内,烟草均能正常生长和发育,但生产优质烟叶对土壤pH值要求较为严格,生产优质烤烟的土壤pH值以5.5~7.0最适宜(胡国松等,2000)。pH值在7.0左右时烟株吸收养分充足,生长最好,烤烟的干物质产量、单叶质量及品质也最佳。土壤pH值与土壤中各种营养元素最大有效性有直接关系。梁颂捷等(2001)的研究表明,随着土壤pH值的上升,碱解氮含量下降,代换性钙、代换性镁、速效钾、水溶性硼、有效锌的含量增加。一般认为,土壤pH值对烤烟品质的影响,主要是通过对土壤中养分有效性及营养元素之间平衡的影响而实现的。pH值为5.5~7.5条件下,可获得适中的总糖、较高的多酚类物质、较低的烟碱、适量总氮和蛋白质含量的烟叶,有利于烟叶品质的改善和提高(徐晓

燕等, 2004)。陈建军(1996)报道, 随烤烟根际 pH 值升至 8.0 时, 叶片中总 N、P、K 及灰分含量呈增加趋势, 蛋白质、Cu、Zn、Mn、CL 含量降低; pH 值在 6.5~7.5 范围内变化时, 还原糖含量保持相对稳定, 超出此范围则明显升高; pH 值为 6.5~7.0 的烟叶有较高的烟碱含量; pH 值为 8.5 的烟叶化学成分不协调。

土壤有机质是土壤肥力高低的一个重要标志。在一定范围内, 土壤有机质含量愈高, 土壤养分含量也愈高, 肥力状况愈好, 能生产出品质较好的烟叶。但土壤有机质含量过高, 烟叶后期贪青晚熟, 不容易正常落黄, 甚至黑暴, 产生的稀释效应会造成对钾的无效吸收而损耗土壤中的钾(雷永和等, 1994)。胡国松等(2000)指出, 植烟土壤有机质含量* 以北方烟区不高于 2.0% 为宜, 而南方平原烟区由于高温高湿, 有机质矿化快, 其含量应低于 1.5%。

土壤有机质含量愈高, 烤烟吸收的氮素就愈多, 合成烟碱的量就愈多(刘淑欣等, 1994)。曹鹏云等(2004)、张忠锋等(2001)的研究表明, 在土壤中施用腐熟秸秆提高土壤有机质含量的同时, 烟叶还原糖、总糖含量降低, 烟碱略有增加, 烟叶含钾量提高, 糖碱比接近 10。黎成厚等(1999)指出, 有机质含量为 15~20 g/kg 的酸性壤质土种植烤烟能明显提高烟叶含钾量, 且施肥效果好。许自成等(2006)的研究表明, 湖南烤烟烟碱与土壤有机质含量的关系符合线性加平台模型, 土壤有机质出现平台的转折点为 36.25 g/kg, 与之对应的平台阶段的烟碱含量为 3.00%。

氮素营养在植株生长发育过程中起重要作用。一般来说, 在适宜的氮、磷、钾营养水平下, 随着氮素含量的增加, 烟叶产量和品质也随之相应提高。但超过一定限度时, 过量的氮使烟叶成熟推迟, 干物质减少, 含水量增大, 烘烤时变黄脱水困难, 导致产量和品质下降(方先兰等, 2003)。

土壤氮素含量与烤烟多项品质指标密切相关, 直接关系到烤烟总糖、总烟碱含量的高低, 从而影响烤烟品质。氮素对烟碱积累的调节作用超过其他营养元素, 烟碱含量常随着氮肥用量的增加而显著提高(胡国松等, 1999; 刘绚霞等, 1996)。在栽培上, 施氮量对烟草烟碱的影响主要表现在, 烟碱合成的高峰期比氮素吸收的高峰期出现要晚。打顶后植株用于合成烟碱的氮急剧增加, 这说明打顶后吸收的氮比打顶前吸收的氮能更有效地用于合成烟碱。研究表明(刘淑欣等, 1994), 土壤全氮与烟叶的总糖含量呈负相关, 与糖碱比呈负相关。

磷素对烟草早期生长的影响比对最终烤后烟叶的产量和质量的影响更明显。磷素不足时, 烟株的正常生长发育受到影响, 烟叶香吃味下降; 磷素过多时, 烟株生长浓绿, 烤后叶片过厚发脆, 油分差、僵硬。但也有研究表明(艾绥龙, 1998), 土壤中磷素含量与烟叶品质没有显著的相关性。适宜种植烤烟的土壤全磷含量为 0.61~1.83 g/kg, 速效磷含量为 10~35 mg/kg(陈江华等, 2004)。

* 如无另外说明, 本书所指含量为质量分数。

一般认为磷可以改善烤烟的颜色,与糖含量呈正相关。磷能改进烤烟的色泽,这可能与碳水化合物的代谢有关。但磷对糖含量的正影响没有氮对糖含量的负作用大。磷对烟碱合成的影响是通过间接作用表现出来的。施磷对烟草生长最明显的影响之一是缩短植株达到成熟的时间,减少了打顶到成熟的时间,因而烟碱积累减少。磷素对烟碱的另一个影响表现在,磷素影响烟株体内物质的代谢过程,生育阶段缺磷,就会导致氮素代谢紊乱,烟碱含量下降(薛剑波等,2005)。

我国土壤全钾(K_2O)含量一般为 $0.5\sim 2.5\text{ g/kg}$ 。虽然土壤全钾含量比全氮、全磷高得多,但大部分是不能为作物吸收的矿物态钾,土壤中速效钾的含量一般不超过全钾量的 2.0% 。胡国松等(2000)认为,我国红壤、黄壤、潮土上烟株收获后的土壤钾含量必须大于 150 mg/kg 。

汪邓民等(1999)的研究表明,钾素营养水平对烟叶的成熟过程影响特别显著,表现为:增施钾肥能促进烟叶成熟,延迟衰老;提高干物质含量,促进烟叶有机物的转化;降低下部叶片假熟比例,促进上部叶片的充分成熟,从而提高了采收叶片的质量。

烟叶钾含量与植烟前后土壤速效钾含量呈极显著正相关(艾绥龙,1998)。颜丽等(2001)证明,烟叶含钾量与土壤中不同形态的钾含量及土壤钾饱和度均呈极显著正相关。但云南烟草生产中施钾量高且在烟草采收后土壤有效钾含量高达 $326.5\sim 536.1\text{ mg/kg}$ 的情况下烟叶含钾率却很低(程辉斗等,2000),这可能与当全部钾载体蛋白都被 K^+ 所饱和时,烟株对钾的吸收速度与环境中的有效钾浓度无关,而与其他因素如环境温度、土壤pH值等有关。对烟碱的影响表现为,随着施钾量的增加和烟叶中钾含量的提高,烟叶中的烟碱含量逐渐下降(胡国松等,1999)。刘国顺等(2004)的研究表明,施用钾肥提高了烟叶的酸性和中性香气成分含量。

大量研究指出(周毓华,2000;崔国明等,2000),在缺乏微量元素的土壤上合理施用微肥,可明显促进烟株的生长发育,烟叶成熟落黄早,成熟度高,品质优良,香气质与香气量提高,产量增加。

硫含量过高对烟叶评吸品质产生负影响,降低烟叶燃烧性(刘勤等,1998)。刘勤等(2000)认为,缺硫烟草生育期推迟,甚至不能现蕾,株高、茎粗、叶片长和宽、干质量、根系生物量均明显低于正常供硫植株;缺硫和过量硫均抑制植株对磷的吸收。硫素对烟株吸收蛋白质也具有一定影响。李玉梅等(2000)的研究表明,硫素不足可使烤烟叶片可溶性蛋白质含量降低,不施硫或高硫都会使叶片氨基酸含量降低。 Ca^{2+} 是烤烟吸收量仅次于钾的矿质元素,是构成灰分的主要成分之一。提高土壤交换性钙的含量有利于烤烟烟叶生物量的提高(邹文桐等,2010)。杨宇虹等(1999)认为,烤烟施 Ca^{2+} 能促进烟株的生长发育,改善其植物学性状,增加色素含量,提高烟株的光合强度和蒸腾强度,使烟叶增产、增质、增收;同时,烟叶烟碱、 K^+ 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 的含量均在施钙处理的情况下高于对照组。但雷永和等(1994)的试验结果显示,烟叶含钾量与土壤交换性钙的含量呈极显著负相关,表明土壤中钙含量